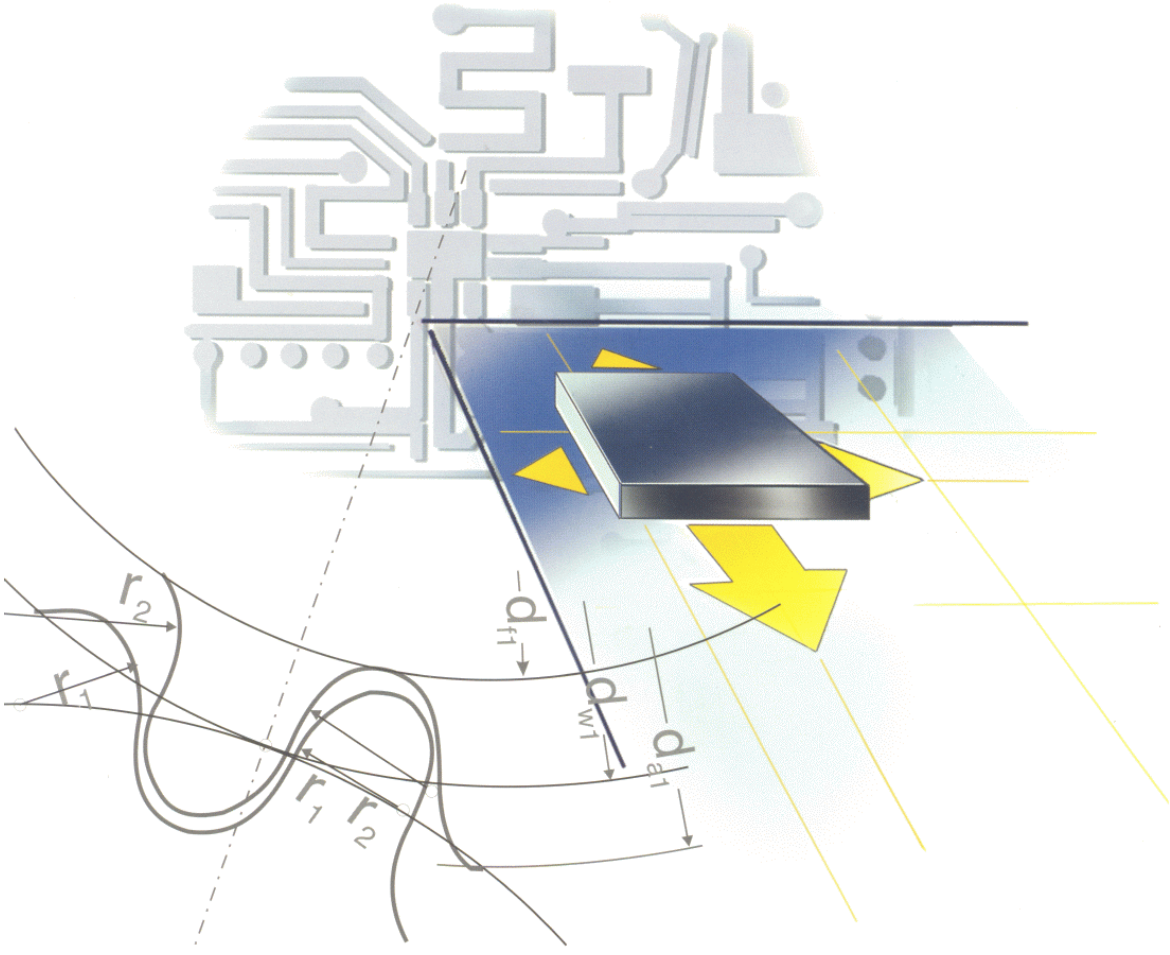
**Institut für Mikroelektronik-
und Mechatronik-Systeme gGmbH**

AN - Institut der Technischen Universität Ilmenau

IMMS

Jahresbericht

1998



Allgemeine Informationen **3**

Vorwort **4**

Organisationsstruktur **5**

Aufsichtsrat **6**

Wissenschaftlicher Beirat **6**

Forschungs- und Entwicklungsprofil des IMMS **7**

Ausgewählte Fachberichte **11**

Das Institut in Zahlen **27**

IMMS: AN-Institut der Technischen Universität Ilmenau **28**

Veröffentlichungen **29**

Mitgliedschaft in Gremien, Verbänden **31**

Seminare **32**

Institut für Mikroelektronik-und

Mechatronik-Systeme gGmbH

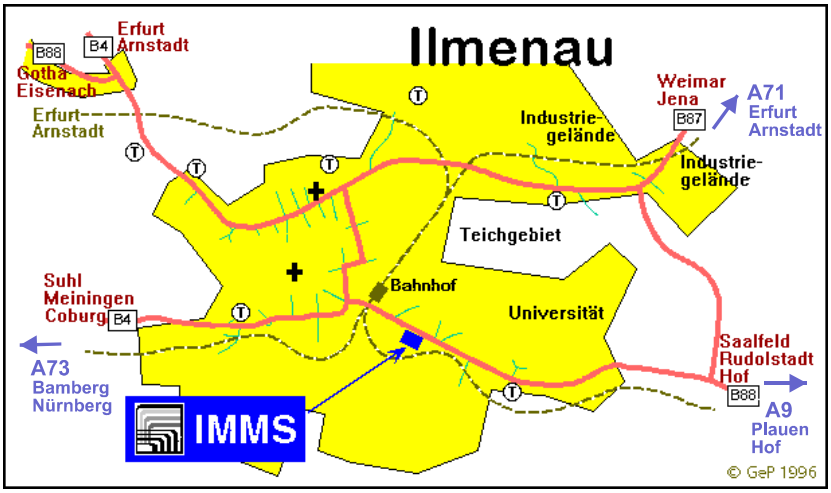
IMMS

Langewiesener Straße 22
98693 Ilmenau

Geschäftsleitung:
Prof. Dr. Gerd Scarbata
Lutz M. Ostermann

Sekretariat:
Monika Schild

Telefon: +49 (3677) 6783-0
Telefax: +49 (3677) 6783-37
e-Mail: imms@imms.de
www: http://www.imms.de



Kontakte:

System Design:	Dr. - Ing. Karsten Pahnke Tel: +49 (3677) 6783-15 / e-Mail: karsten.pahnke@imms.de
Schaltungs- und Meßtechnik:	Dr. - Ing. Peter Kornetzky Tel: +49 (3677) 6783-16 / e-Mail: peter.kornetzky@imms.de
Mechatronik:	Dr. - Ing. Christop Schäffel Tel: +49 (3677) 6783-33 / e-Mail: christoph.schaeffel@imms.de

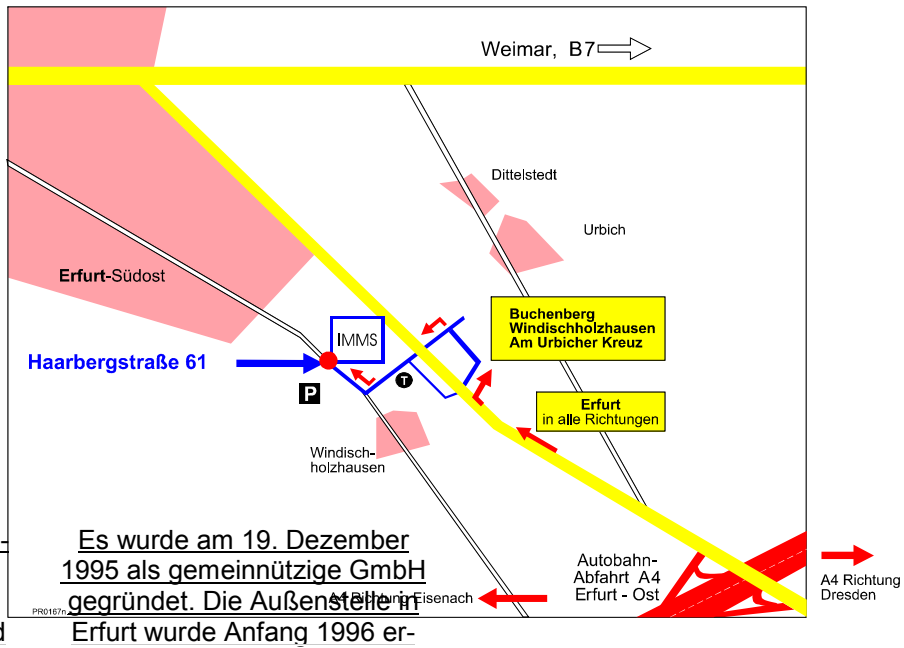
Außenstelle Erfurt:

Haarbergstraße 67
99097 Erfurt

Telefon: +49 (361) 427-6639
+49 (361) 427-6601
Telefax: +49 (361) 4170162

Kontakt:

Prof. Dr. Franz Rößler
Tel: +49 (361) 427-6639
e-Mail:
franz.roessler@imms.de



Das Institut für Mikroelektronik- und Mechatronik-Systeme (IMMS) ist ein Landesinstitut des Freistaates Thüringen und ein AN-Institut der TU Ilmenau.

Es wurde am 19. Dezember 1995 als gemeinnützige GmbH gegründet. Die Außenstelle in Erfurt wurde Anfang 1996 eröffnet.

Vorwort

Schwerpunkte der industriellen Grundlagenforschung und der Projekttätigkeiten im vorwettbewerblichen Bereich sind die Entwicklung, Simulation und Erprobung von Labormustern für heterogene Systeme, die ein hochintelligentes Zusammenspiel von mikroelektronischen und mikromechanischen Komponenten realisieren.
Als industrienahe Forschungs- und Entwicklungseinrichtung hat das IMMS vorwiegend die Aufgabe, den kleinen und mittleren Unternehmen (KMU), vor allem in Thüringen, mit einer anwendungsorientierten industriellen Forschung sowie der Entwicklung von Labormustern für weltmarktfähige Produkte ein leistungsfähiger Partner zu sein.
Zur Durchführung der Forschungsprojekte werden Projektteams speziell für die betreffenden Aufgaben zusammengestellt. Die Teams bestehen aus wissenschaftlichen Mitarbeitern des IMMS, der TU Ilmenau und anderen universitären Einrichtungen sowie aus der Industrie. Darüber hinaus bringen studentische und wissenschaftliche Hilfskräfte, zahlreiche Praktikanten aus dem In- und Ausland sowie Diplomanden ihre Innovation und Kreativität ein. Auch Auszubildende, z. B. als Bürokaufmann und Kauffrau für Bürokommunikation, sind mit ihrer praktischen Ausbildung im IMMS tätig. Weiterhin hat sich das IMMS zur Aufgabe gemacht, junge Menschen an neue Technologien heran zuführen. So werden Ilmenauer Gymnasien die Durchführung von Projektwochen angeboten, in denen Schüler die Gelegenheit haben, im Internet praktische Erfahrung auch für den Schulalltag unter fachlicher Anleitung zu sammeln. Weiterhin bestehen Projektgruppen aus 4 - 6 Schülern, die für ihre Schulen Homepages erstellen und in eigener Regie pflegen.

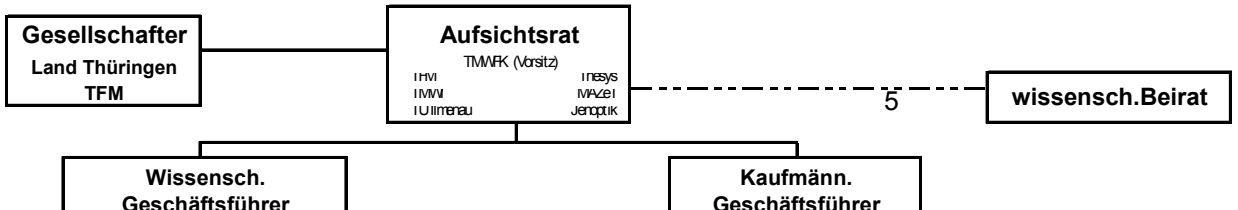
Meßlabor für Messungen Wafer on Chip

Über die fachwissenschaftliche Tätigkeit in Verbundprojekten ist es 1998 zunehmend gelungen, Kernkompetenzen im Bereich der Präzisionsantriebe sowie in der mixed-signal Signalverarbeitung aufzubauen, die eine entscheidende Voraussetzung für die weitere Akquisition von Forschungs- und Entwicklungsaufgaben mit Verbundpartnern sein werden.
Dieser Jahresbericht gibt einen Überblick über Aktivitäten und die erreichten Ergebnisse des IMMS auch über rein fachwissenschaftliche Belange hinaus. Weiterhin hat sich das IMMS das Ziel gesetzt, Unternehmensgründungen im technologieorientierten Umfeld zu unterstützen.

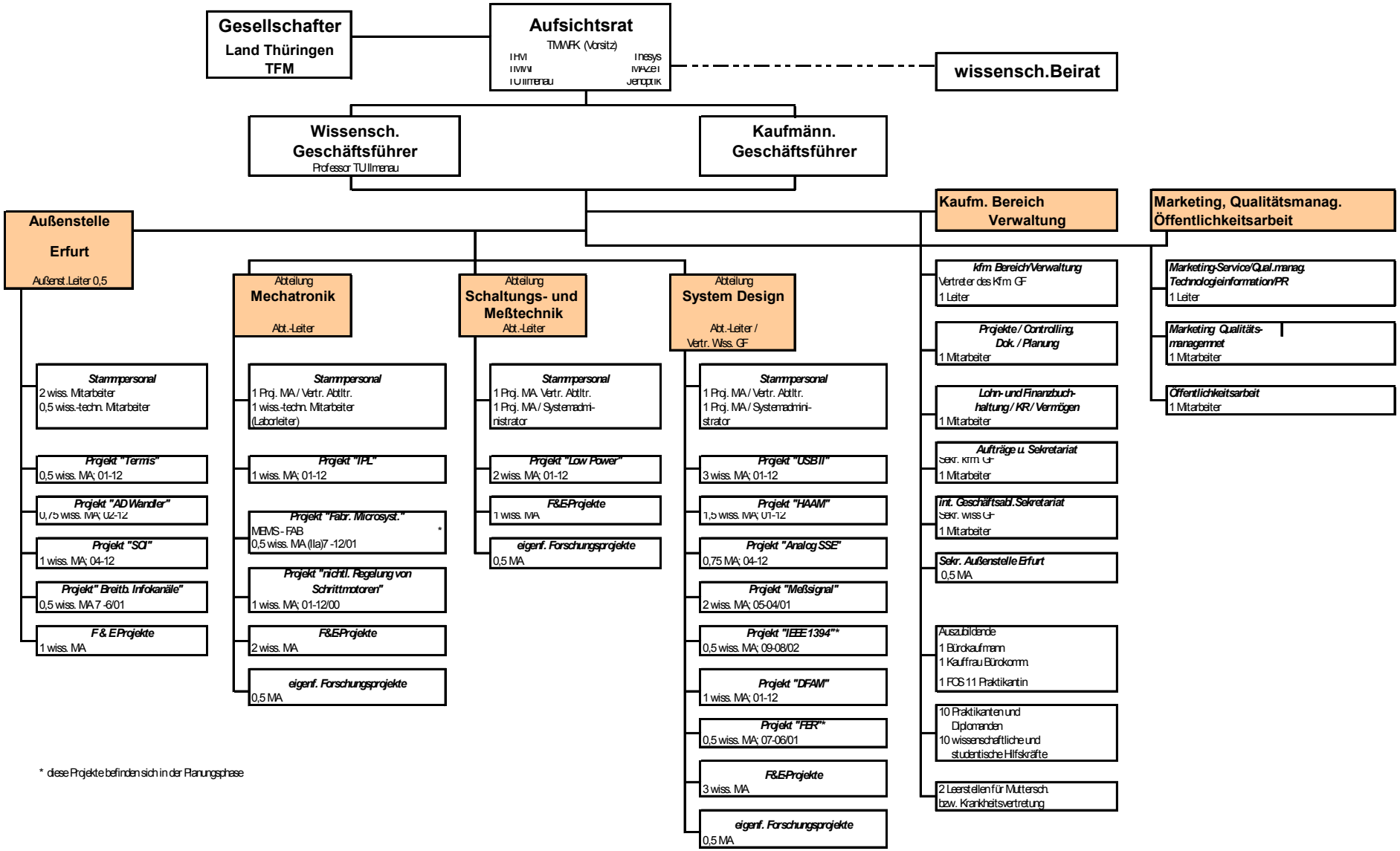
Die Geschäftsführer bedanken sich auf diesen Weg bei allen Mitarbeitern des IMMS für ihren Fleiß und ihre unermüdliche Einsatzbereitschaft, die zu den hier beschriebenen wissenschaftlichen Ergebnissen in Forschung und Entwicklung geführt haben. Besonders erwähnenswert ist, daß es 1998 im Bereich Meßtechnik eine Patentanmeldung gab.
Ebenso bedanken wir uns bei allen Mitgliedern des Aufsichtsrats und des Wissenschaftlichen Beirates unseres Institutes für die vertrauensvolle und effektive Zusammenarbeit sowie für die Unterstützung unserer Einrichtung bei den Thüringer Wissenschafts-, Finanz- und Wirtschaftsministerien bei allen Kooperationspartnern im In- und Ausland, verbunden mit dem Wunsch, auf eine Fortführung unserer erfolgreichen Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten in den kommenden Jahren.

Prof. Dr.-Ing. Gerd Scarbata,
Lutz Ostermann

Organisationsstruktur des IMMS



Vorwort



* diese Projekte befinden sich in der Planungsphase

Vorwort

Aufsichtsrat des IMMS

Vorsitz:
Herr Dr. H. Hamacher
Thüringer Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kultur

Stellv.:

Herr J. Lange
Thüringer Wirtschaftsministerium

weitere Mitglieder:

Herr Dr. sc. techn. W. Hecker
MAZeT GmbH Erfurt

Herr R. Spaeth
Thüringer Finanzministerium

Frau Prof. Dr. D. Schipanski
TU Ilmenau

Herr H.-J. Straub
Thesys Gesellschaft für Mikroelektronik mbH Erfurt

Herr Prof. Dr. B. Wilhelmi
Jenoptik Technologie GmbH Jena

Wissenschaftlicher Beirat

Vorsitz:	
Herr Prof. Dr. E. Kallenbach	TU Ilmenau / Fak. f. Maschinenbau
Stellv.:	
Herr K. Herre	Thesys - Erfurt
Herr W. Groß	Technologiezentrum VDI/VDE Informationstechnik GmbH Teltow
Herr Prof. Dr. D. Hofmann	
Herr Prof. Dr. H.-E. Hoenig	Institut für Physikalische Hochtechnologie e. V. Jena
Herr Prof. Dr. G. Jäger	TU Ilmenau / Fak. f. Maschinenbau
Herr Dr. B. Jakob	Technologie- und Gründerzentrum GmbH Ilmenau
Herr Prof. Dr. W. Karthe	FhG Institut für Angewandte Optik und Feinmechanik Jena
Herr Prof. Dr. J. Hümmler	FhG Institut für Produktionstechnologie Aachen
Herr Dr.-Ing. M. M. Kummer	Bundesministerium für Wissenschaft, Forschung und Technologie Bonn
Herr Prof. Dr. H. Puta	TU Ilmenau / Fak. f. Informatik und Automatisierung
Herr Dr. St. Meiser	IAM F&E GmbH Braunschweig
Frau Prof. Dr. D. Schmitt-Landsiedel	TU München / Fak. f. Elektro- und Informationstechnik
Herr Prof. Dr. D. Seitzer	FhG Institut für Integrierte Schaltungen Erlangen
Herr L. Siegemund	IHK Südthüringen Suhl
Herr Prof. Dr. E. Westkämper	FhG Institut für Automatisierung Stuttgart
ständige Gäste:	
Herr Dr. K. Täubig	Thüringer Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kultur
Herr Dr. F. Ehrhardt	Thüringer Ministerium für Wirtschaft und Infrastruktur

Forschungs- und Entwicklungsprofil des IMMS

Die Forschungs- und Entwicklungstätigkeit im IMMS vollzieht sich im Rahmen von öffentlich geförderten Verbundprojekten unter Beteiligung von jeweils mehreren kleinen und mittelständischen Unternehmen vorwiegend des Freistaates Thüringen. Forschungs- und Entwicklungsprojekte mit Industriepartnern dienen u. a. der Modellierung von Wirkprinzipien, der Optimierung von Leistungsparametern und der Konstruktion bzw. den Entwurf von Labormustern.

Die Kernkompetenzen unseres Institutes gliedern sich in

- **Präzisions - Antriebe**

und in die

- **Signalverarbeitung im Mixed - Signal - Bereich.**

Sie sind auf das Tätigkeitsprofil des IMMS als industrienahe Forschungseinrichtung zugeschnitten. Sie ermöglichen die Erforschung und Entwicklung technischer Systeme mit Mitteln der am Institut vorhandenen Hard- und Softwareausrüstungen und der Fachkompetenz der Mitarbeiter. Die Forschungs- und Entwicklungstätigkeit erfordert die Kooperationen im Technologiebereich mit kompetenten Partnern, mit denen das IMMS bereits enge wirksame Verbindungen innerhalb der Bundesrepublik Deutschland aufgebaut hat bzw. mit Partnern, die noch im Verlaufe der kommenden Jahre auch international zu finden sein werden. Die Konzentration auf diese Kernkompetenzen führt zum Ausbau der Stärken des IMMS und damit zwangsläufig zu vermehrten Kooperationen und strategischen Allianzen.

Im Zentrum der bisherigen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten zu **Präzisionsantrieben** steht ein Planarantrieb mit der Labormusterbezeichnung MKDA4, der ohne mechanische Führungselemente auskommt, in 3 Koordinaten elektromagnetisch direkt angetrieben wird, verschleißfrei (Luftlagerung) arbeitet und sich durch hohe Dynamik bei präziser Genauigkeit und Auflösung auszeichnet.

Seine möglichen Einsatzfelder liegen in der Laserbearbeitung zum Strukturieren, Schneiden, Schweißen, Beschriften etc., in der Draht- und Chip - Bondtechnik, der Waferinspektion, in der Meß- und Prüftechnik (Geometrievermessung, Mikroskopie) sowie in der Hybridtechnik (Bestücken, Löten, Trimmen).

Die mit diesem feldgeführten Antriebssystem erreichten Erkenntnisse im Bereich seiner anwendungsbezogenen Erprobungen, ermöglicht dem IMMS in enger Kooperation mit der TU Ilmenau die Beteiligung am **MEDEA - Projekt „IPL“** (Ionenprojektions - Lithographie), das für insgesamt sechs Partner vom BMBF gefördert wird. Inhalt ist die Untersuchung der Möglichkeiten einer mit der Ionen - Projektionslithographie erreichbaren Strukturauflösung unter 150 nm. Unser Institut ist an der Entwicklung eines senkrecht operierenden Wafertisches mit hoher Dynamik, Genauigkeit und Auflösung beteiligt. Dieser Antrieb muß darüber hinaus UHV - tauglich sein. Der erste Prototyp wird gemeinsam mit der Leica Lithographie Systeme Jena GmbH entwickelt und in Betrieb genommen werden.

Einen weiteren Schwerpunkt im Mechatronik - Bereich des IMMS bilden **geregelte Präzisionsantriebe unter erschwerten Einsatzbedingungen** mit Beteiligung von drei Unternehmen Thüringens und der TU Ilmenau.

Es handelt sich hierbei um rotatorische Antriebe, die in Verbindung mit Weg- und Lagesensoren, Lagereglern, Leistungsstellern inklusive der Regelalgorithmen und der Betriebssoftware als Labormuster entwickelt werden sollen.

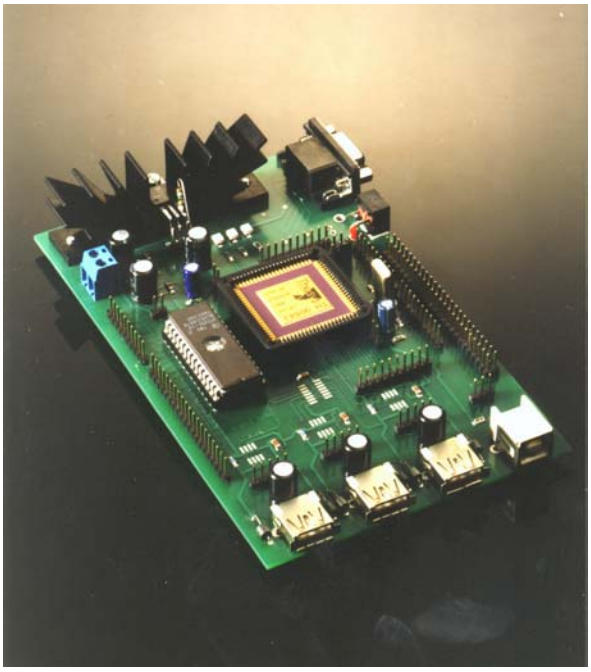
Dieses Projekt wird vom Thüringer Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kultur (TMWFK) gefördert. Zunehmend entsteht zwischen den Mitarbeitern im Bereich der Präzisionsantriebe und der Elektronik - Abteilungen in unserem Institut eine enge Kooperation mit dem Ziel, die Mechanik und Elektronik dieser komplexen technischen Systeme optimal anwendungsspezifisch zu gestalten und das Know how im Signalprocessing für diese Aufgaben bereitzustellen. Dies betrifft insbesondere die **Entwicklung von inkrementellen und absoluten Weg- und Winkelmeßverfahren** und die Applikation von **„embedded systems“ in Form integrierter DSPs**.

Neben den Präzisionsantrieben wird das IMMS im Mechatronikbereich zukünftig auch den **Entwurf, die Analyse und die Synthese komplexer mechatronischer Systeme und Mikrosysteme** in den Mittelpunkt seiner Tätigkeit stellen mit dem Schwerpunkt der statischen und dynamischen Analyse komplexer Systeme, wie Mechanik, Magnetik, der Thermikanalysen mittels FEM, der Analogsimulation mittels Matlab, Simulink, Saber etc.

Über die Strukturierung von Wissensdatenbänken, der Evaluierung mechatronischer Designtools (Problemanalyse, Systementwurf, Simulation) sollen langfristig mit kompetenten Partnern Beiträge zur Entwicklung eines offenen Entwurfssystems für heterogene Antriebskomponenten und -systeme perspektivisch auch für Mikro- und Nanotechnologien angestrebt werden.

Innerhalb des zweiten Kompetenzfeldes des IMMS, der **mixed - signal - Signalverarbeitung** stehen die seriellen

Bussysteme, wie USB und IEEE 1394 (Fire Wire), das Signalprocessing z. B. für die



Labormuster eines USB - HUB

bereits erwähnten Mechatronikapplikationen, der Entwurf eingebetteter Systeme, z. B. unter Nutzung parametrisierbarer DSP - Cores, die Automotiv - Schaltungstechnik, Systemspezifikationen im Automotivbereich in der Abteilung „System Design“ im Mittelpunkt der Forschungs- und Entwicklungstätigkeiten. In diesem Zusammenhang ist insbesondere im Jahr 1998 neu gewonnenes Wissen, neues Können insbesondere im Sinne von **„Reuse“** (wiederverwendbar) und **„IP“** (Intellectual Property) im Entwurf komplexer technischer Systeme entstanden. Die Globalisierung des internationalen Marktes, das international vernetzte überreiche Informationsangebot macht jedoch das reine Sammeln von solchen Wissen - ohne es immer wieder zu neuen Anwendungen zu führen - wertlos.
Deshalb macht es sich auch für das IMMS erforderlich, zukünftig mehr als bisher das in den Verbund- und F/E - Projekten erarbeitete Wissen als „IP“ so aufzubereiten, daß es leicht, fehlerfrei und unkompliziert vom Nächsten wiederverwendet werden kann und in diesem Zusammenhang auch zugekaufte „IP“ als Fremdwissen für die eigene Forschungs- und Entwicklungsarbeit in Kombination mit Erfolg einzusetzen.
Die zu entwerfenden technischen Systeme werden zunehmend komplexer. Noch bevor sie gegenständlich realisiert werden, muß man sie fehlerfrei spezifizieren, modellieren, simulieren und entwerfen können.
Ebenso wird es immer wichtiger, solche Systeme auf möglichst hoher Abstraktionsebene durchgängig zu beschreiben als eine Art **„System on Chip“** (SOC) und sie mit einer Berechnung „über alles“ (z. B. mit optischen, akustischen, biologisch motivierten, elektronischen, mechatronischen ... Prinzipien) erfolgreich zu gestalten. Somit ändert sich zukünftig gravierend der bisher klassische Designflow über das Einführen einer neuen, höheren Spezifikationsebene, die ihrerseits auch neue Werkzeuge erfordert. Aus der umfänglichen Betrachtung des Gesamtsystems erfolgt als Ergebnis die präzise Beschreibung der zur Realisierung geeigneter Teilsysteme, wie z. B. elektronische oder mikromechanische.
Die Entwurfsmethodik „System on Chip“ ist damit eine neue Betrachtungsweise, die in unserer heutigen Designumgebung die VHDL - Verhaltensbeschreibung als unterste Spezifikationsebene definiert.
Diesem Trend Rechnung tragend, wird das IMMS die Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten im Rahmen seiner selbst definierten Kompetenzen im mixed - Signal - Bereich unter dem Begriff „System on Chip“ mit drei partiellen „topics“ untersetzen:

- **Signalprocessing**
  - für Mechatronik - Applikationen
  - für inkrementelle und absolute Weg- und Winkelmeßverfahren
  - Applikationen integrierter DSPs
  - analoge Signalverarbeitung über ADU - DSP - DAU - Strukturen
- **Flexible Mixed Signal Systeme**
  - Analoge IP - Komponenten
  - Anwenderprogrammierbare Analog - Arrays
  - Automotiv - Schaltungstechnik
- **Systemspezifikation im Automatenbereich**
  - Systembeschreibungen, Modellierung und Verifikation von Kfz - Systemen
  - komplexer Systementwurf mit modernen tools.

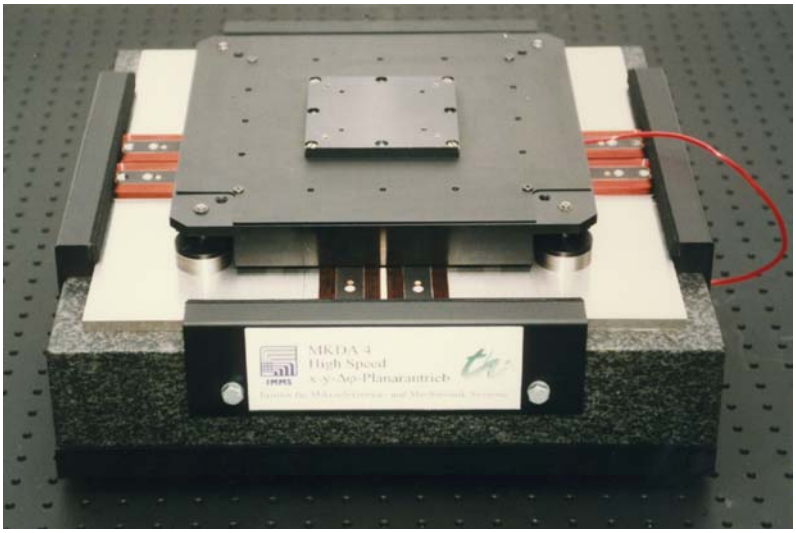
Unterstützt sind diese Vorhaben gegenwärtig u. a. durch ein vom TMWFK gefördertes

Verbundprojekt mit 6 Partnern, das unter der Bezeichnung **„Integrierte universelle Meßsignalvorverarbeitungseinheit für mechatronische Systeme, basierend auf eingebetteten DSP - Kernen“** insgesamt für 3 Jahre bearbeitet wird. Ziele sind der Entwurf sensornaher Signalprocessingunits mit Kompensationsmöglichkeiten von Nichtlinearitäten der Kennlinien, unterschiedliche Kalibrierungsmöglichkeiten und mit Interpolationsverfahren für die Wegmessung. Eingebettete DSP - Cores werden hier für applikationsspezifische HW - SW - Systemlösungen eingesetzt. Des weiteren wurde ein Projekt bei der Deutschen Forschungsgesellschaft für die Anwendung der Mikroelektronik e. V. (DFAM) eingereicht (AiF - Forschungsantrag) mit der Thematik **„Entwurfsmethodik für analoge und mixed - signal ASICs auf der Grundlage eines modularen DSP - Cores und einer A/D - D/A - Umsetzer - Core - Familie“**.
Hier ist als Partner für die Einbringung der Wandler - Cores das Fraunhofer - Institut Integrierte Schaltungen ISS - A in Erlangen tätig. Zum Aufbau der Kompetenz im Bereich anwenderprogrammierbarer Analog - Arrays ist beim BMBF (DLR) ein SADE - Coprojekt (SSE) beantragt und steht vor der Bewilligung mit der Thematik **„Effiziente Layoutentwurfsmethodik / Teilvorhaben: Applikationsumgebung für vorstrukturierte Layoutmodule“**.
Ziel ist es, die Anwendbarkeit verschiedener „place and route“-Werkzeuge für spezielle vorstrukturierte Analoganordnungen zu untersuchen und basierend darauf an der Modifikation bzw. Implementation geeigneter Werkzeuge mitzuwirken.
Das theoretische Konzept mit implementierten Teilerprobungen des Masters kann von der TU Ilmenau, Fachgebiet Mikroelektronische Schaltungen und Systeme übernommen werden. Es ist das Ergebnis von Forschungs- und Entwicklungsarbeiten im Sonderforschungsbereich 358 der DFG.
In der Abteilung Systemdesign des IMMS sind während der letzten Jahre „IPs“ zu seriellen Bussen entstanden. Dabei handelt es sich z. B. um den **USB** und **IEEE1394**. Damit ergibt sich folgendes Kompetenzfeld

- **Bussysteme**
  - -USB, skalierbares Hardware - Macro für USB - Hub in integrierter Funktion,
  - - Schnittstellenkonverter USB - IEEE488
  - - USB - Protokoll -Analyser und Generator
  - - Bridge zwischen USB - Host und µC,
  - -IEEE1394 (Fire Wire),
  - -Hard-, Firm- und Software IPs für Bussysteme.

Unterstützt werden die Forschungs- und Entwicklungsarbeiten zu den genannten seriellen Bussen durch ein vom TMWFK gefördertes Verbundprojekt mit 7 Partnern unter der Thematik **„USB - Baukastensystem für Vernetzungskomponenten und Peripheriegeräte im Bereich Multimedia- und Kommunikationstechnik“**.
Die Forschungs- und Entwicklungsschwerpunkte im Bereich der Schaltungs- und Meßtechnik sind gegenwärtig:

- **smart - power - Applikationen**
  - -im Hochstrombereich, z. B. Entwicklung eines Leistungsschaltmoduls für den Überlastschutz in Silizium - Ionen - Batterien
  - -im Hochvoltbereich, z. B. Entwicklung eines „Fluidischen Aktorarrays“ als Funktionsmodell für eine Brailledisplay - Modul
  - -getaktete Stromversorgungstechnik, z. B. Modellierung von Leuchtstofflampen für stufenlose Dimmbarkeit bis „Null“
- **Test und integrierte Teststrukturen**
  - -Qualitätsmanagement für BiCMOS - Technologien
  - -Simulation des Degratationsverhaltens analoger CMOS - Schaltungen (BTS, HCS)



Labormuster High Speed x – y - $\Delta\varphi$ - Planarantrieb

-Entwurf und Charakterisierung von Teststrukturen für Hochfrequenzeigenschaften von CMOS - Transistoren

♦ **HF - Systeme und Meßtechnik**

-Design und Meßtechnik von HF - Testfeldern bis 50 GHz

-Parameterextraktion (S - Parameter / Rauschen)

-HF - Systementwurf.

Ein Großteil dieser Schwerpunkte ist Inhalt von Verbund- und F/E - Projekten, so z. B. des BMBF - MEDEA - Projektes **„Integration von nichtflüchtigen Speichern und Analogfunktionen in den Logik CMOS - Prozeß (0,35 µ)“**, das in enger Kooperation mit der Siemens AG, München bearbeitet wird.

Im TMWFK - geförderten Projekt **„Designmethodik für Low - Power - Kommunikationsschaltkreise in fortgeschrittenen IC - Technologien“** mit insgesamt 6 Thüringer Institutionen laufen Untersuchungen zur Entwicklung von Breitbandkommunikationsmodulen in Low - Power - Technologie 40 MHz bis 2,5 GHz.

Auch hier sollen IPs entstehen, z. B. in Form von Empfänger-, Sender- und kombinierten Transceivermodulen für USB-, ISM-, DECT-, GPS- und DAB-Anwendungen.

Die Erfurter Außenstelle unseres Institutes ist in die meisten der im Zusammenhang mit der Kernkompetenz „Signalverarbeitung im Mixed - Signal - Bereich“ bereits erwähnten Projekte eingebunden.

Es ist vorgesehen, diesen Bereich des IMMS in den kommenden Jahren räumlich und personell auszubauen - auch im Zusammenhang mit der Gestaltung des Kompetenzzentrums Erfurt - Südost. Die inhaltlichen Schwerpunkte der dortigen Forschungs- und Entwicklungsarbeit betten sich ein in die Gesamtkonzeption des IMMS, die hier in den wesentlichen Zügen dargestellt wird. Konkret handelt es sich in der Außenstelle Erfurt um folgende wissenschaftliche Kompetenzen:

♦ **Integrierte HF - Schaltungen**

- Ausgangspunkt sind dabei die Blockspezifikationen der zu entwerfenden Signalverarbeitungssysteme, die in dedizierten Integrationstechnologien, wie Kurzkanal - CMOS, BiCMOS oder SiGe realisiert werden. Dies schließt die Auswahl und Optimierung der für den Anwendungsfall geeigneten Schaltungsstruktur bis hin zur Generierung des kompletten Layouts ein. Eine leistungsfähige HF - Simulationsumgebung ist mit RF Spectre (Cadence) und ADS (HP) im IMMS gegeben. Schmal- und breitbandige Funkanwendungen, die vorrangig in den lizenzfreien ISM - Bändern bei 868 MHz, 2,4 GHz und 5,6 GHz arbeiten, werden durch die Entwicklungen im IMMS adressiert.

♦ **Mixed - Signal - Schaltungstechnik**

- Der Designflow für Mixed - Signal - Schaltungen beruht auf den bewährten CADENCE - tools (SPECTRE, Verilog, VHDL, HSPiCE). Als Mixed - Signal - Design - Kits sind die der Firma Thesys GmbH und AMS AG für CMOS und BiCMOS - Technologien implementiert. Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten sind z. B. zu folgenden Schaltungsklassen durchgeführt:

-Präzisionskomparatoren

-Transimpedanzverstärker

-Ladungsverstärker für mikromechanische Sensoren

-Bias - Quellen

-Operationsverstärker

-Smart-Power -Schaltungen

-Optoelektronische Sensoren und Verstärker

u. a.

- Ein weiterer Arbeitsschwerpunkt ist die Modellbildung für Systemsimulatoren wie SABER und MATLAB, um die Mixed - Signal - Designmethodik auf Systeme aus elektronischen und nichtelektronischen Komponenten (Optoelektronik, Mechatronik, Mikrosysteme, Sensoren) auszuweiten.
- Für das kommende Jahr 1999 ist der Start eines Verbundprojektes **„Entwicklung von A/D - Umsetzern für die Anwendung in Digitalen Signalverarbeitungssystemen unter Berücksichtigung neuester Technologien, Techniken und Anforderungen“** vorgesehen. Dies zielt auf Forschungsarbeiten zu neuen Mixed - Signal - Designmethoden auf der Basis von A/D - und D/A - Wandlern, DSP - Cores und funktionellen Softmakros, um die heutigen Begrenzungen analoger Schaltungstechnik (Rauschen, Funktionalität, Toleranzempfindlichkeit, Stabilität) zu erweitern und das Leistungsvermögen von Deep - Submicron - Technologien zu nutzen.

♦ **Optoelektronische Schaltungen**

- Im IMMS wurden in Kooperation mit einem Halbleiter - Hersteller die Technologien und Methoden geschaffen, um optische Sensoren und benötigte analoge und digitale Schaltungen auf einem Schaltkreis zu vereinen. Damit werden Applikationen in folgenden Bereichen ermöglicht:

-optische Wegmessung von Länge und Winkel

-Lichtschranken

-Detektoren
-Pick - Up - Systeme optischer Massenspeicher
-optische Signalübertragung.

- Als Werkzeuge für Funktionsmusterentwicklungen dienen dabei leistungsfähige Programme zur Bauelemente- und Schaltungssimulation wie CADENCE - Design - Framework und SILVACO.

♦ **Designumgebung für SOI - Technologien**

- Gegenwärtig wird im IMMS die Designumgebung für eine vorhandene 1,2 µm - SOI - Technologie eines Halbleiter - Herstellers entwickelt. Sie besteht aus einem Satz von Schaltungsmodulen für eine Digital - und Analog - Library. Aufbauend auf quasistatischen und HF - CU - Messungen wurden die Parameter für SOI - spezifische Schaltungsmodelle (SPiCE) entworfen und in die Entwicklungsumgebungen von CADENCE und den Tanner - tools eingebunden. Damit ist im IMMS die Voraussetzung gegeben, kundenspezifische Schaltkreise unter Nutzung der Vorteile der SOI - Technologie (Vermeidung des Latch - up - Effektes, verbessertes Temperaturverhalten, Hochspannungsfestigkeit, erhöhte Strahlungsfestigkeit) zu entwerfen.

Das hier vorgestellte Forschungs- und Entwicklungsprofil unseres Institutes wird in den folgenden Beiträgen zu Ergebnissen und Vorhaben in unserer Tätigkeit an ausgewählten Beispielen weiter vertieft.

31.12.1998

Prof. Dr.-Ing. habil. Gerd Scarbata
wissenschaftlicher Geschäftsführer

Lutz Ostermann
kaufmännischer Geschäftsführer

"Entwicklung eines USB - Baukastensystems für Vernetzungskomponenten und Peripheriegeräte im Bereich Multimedia und Kommunikationstechnik"

Bridges zwischen USB und anderen Bussystemen

Entwicklung des Labormusters einer IEEE488 - USB - Bridge

Es wurden verschiedene Konzepte hinsichtlich des Aufwandes für Hardware und Firmware, der Performance und der zu erwartenden Kosten einer derartigen Bridge analysiert. Unter Verwendung des USB - Mikrocontrollers 8 x 931A von Intel und dem IEEE 488 - Controller NAT 7210 von National Instruments entstand das Labormuster für eine solche Applikation. Für die Ansteuerung wurde ein universeller Win32 - Treiber und als Beispielapplikation die grafische Oberfläche eines Voltmeters erstellt. Messungen ergaben, daß mit dem Labormuster Datenraten von bis zu 1Mbyte/s erzielt werden können.

USB - USB - Link

Für eine einfache "Netz" - Verbindung von zwei PCs bietet sich auf Grund der einfachen Handhabung und Plug & Play - Fähigkeit eine USB - Lösung an. Derzeit wird versucht, unter Verwendung von zwei Siemens - USB - Controllern C540 ein Labormuster zu erstellen und auf Performance - Eigenschaften zu untersuchen. Erste Versuche liefen vielversprechend und erlaubten Rückschlüsse auf Datenraten bis zu 1 MByte/sec zwischen den PCs. Innerhalb des Systems wird der USB - Link als Netzwerktreiber mit modifizierten NDIS - Treiber eingebunden.

USB - CAN - Interface

CAN ist in der Automobil- und Industrie - Welt ein vielfach eingesetzter serieller Bus. Die Kopplung zu PC - Systemen ist allerdings nur recht umständlich über Einsteckkarten möglich. Hier bietet sich ein USB - CAN - Interface als leicht zu installierende Alternative an. Ein erstes Labormuster wurde mit einem USB - Evaluationboard von Anchorchips aufgebaut und mit einem externen CAN - Controller - Chip erweitert.

USB - Testequipment

Um für Performance - Analysen von USB - Geräten die Verwendung eines USB - Host - Systems und damit die Erstellung eigener Treiber zu vermeiden, entstanden Labormuster für einen USB - Traffic - Generator und eine USB - Host - Bridge.

Der Traffic - Generator erlaubt die Generierung beliebiger, auch fehlerbehafteter USB - Pattern. Mit Hilfe einer anspruchsvollen grafischen Oberfläche, deren Look & Feel der des schon vorhandenen USB - Analyzers entspricht, können auf einfache Art USB - Pakete zusammengestellt werden. Diese werden in komprimierter Form über die parallele Schnittstelle des PCs zum Traffic - Generator übertragen und dort in einem dafür vorgesehenen Speicherbereich abgelegt. Unter Verwendung eines FPGA - Bausteins wird daraus der entsprechende USB - Datenstrom generiert.

Die USB - Host - Bridge entstand aus einem Forschungs- und Entwicklungsprojektes für die Erstellung eines Konzeptes von industriellen Testmethoden für USB - Geräte. Im Gegensatz zum Traffic - Generator reagiert die Host - Bridge auf die vom angeschlossenen Gerät zurückkommenden Daten und führt ganze Transaktionen automatisch durch. Den Anforderungen entsprechend kann die Bridge über einen einfachen 8 - Bit Mikrocontroller programmiert werden. Damit kann die Host - Bridge für den automatisierten Test verschiedenster USB - Geräte eingesetzt werden.

Portierbare USB - Firmware - Bibliothek

Mit der wachsenden Zahl der am Markt verfügbaren Mikrocontroller mit USB - Unterstützung und deren Einsatz in einigen Labormustern entstand die Notwendigkeit, eine in C implementierte portierbare und skalierbare Firmware - Bibliothek zu erstellen. Mit dieser Bibliothek ist es möglich, für USB - Controller in effizienter Weise Firmware zu entwickeln. Die Firmware - Bibliothek wurde bisher erfolgreich auf Mikrocontrollern der 8051 - und der Motorola - 6805 - Reihe getestet. Als externer USB - Bridge - Baustein dient dabei der USBN9602 von National Semiconductors. Die Firmware - Bibliothek enthält insbesondere alle zur USB - Enumeration benötigten Functionen. Derzeit wird die Bibliothek für verschiedene USB - Device - Klassen (Printer - Class, HID - Class, usw.) erweitert. Auch die Unterstützung von Multi - Configuration - und Multi - Interface - Devices ist vorgesehen. Zur Generierung der Descriptor - Daten ist ein zusätzliches Tool konzipiert.

USB - Kompetenzzentrum

Die im Rahmen des Forschungsprojektes erlangte Kompetenz zum Standard USB konnte bundesweit durch die Veranstaltung mehrerer USB - Roadshows (Karlsruhe, München, Erfurt, Hannover, Köln), Workshops und firmeninterner Schulungen unter Beweis gestellt werden.

In Zusammenarbeit mit einem Verlag wurde am IMMS ein Autorenkollektiv für die Herausgabe eines USB - Handbuchs gebildet. Dieses Buch wird Anfang 1999 erhältlich sein.

Ansprechpartner:
Dr.-Ing. Karsten Pahnke
Tel.: +49 (3677) 678315
e-mail:
karsten.pahnke@imms.de

„Integrierte universelle Meßsignalvorverarbeitungseinheit für mechatronische Systeme, basierend auf eingebetteten parametrisierbaren DSP - Kernen“

Motivation und Zielsetzung
Im Präzisionsmaschinenbau werden heute möglichst sensornahe Meßsignalvorverarbeitungssysteme zur Erfassung von Größen wie Position, Bewegung, Oberflächenstruktur und Verformung eingesetzt, die Steilheiten und Nichtlinearitäten der Kennlinie der Meßanordnung sowie Temperatureinflüsse kompensieren, und Interpolationsverfahren zur Wegmessung verwenden. Den wachsenden Genauigkeitsanforderungen wird man mit immer höher interpolierenden Verfahren gerecht. Eine reine Softwareimplementierung der Interpolations- und Kompensationsalgorithmen kommt auf Grund der Geschwindigkeits- bzw. Echtzeitanforderungen selten in Frage. Reine Hardwareimplementationen sind durch die vielschichtigen Anforderungen unterschiedlichster Applikationen zu unflexibel, um einem universellen Ansatz zu genügen.
Das Spektrum der Applikationen wird von verschiedenen, spezialisierten Anwendern geprägt, die Systeme in kleinen Serien produzieren und ähnliche, aber nicht identische Anforderungen an die verwendeten Meßsignalverarbeitungseinheiten stellen. Ein Ansatz zum Entwurf einer solchen Klasse von Applikationen basiert auf der Verwendung eingebetteter DSP - Kerne. Dabei ist die Anpaßbarkeit an die jeweilige Applikation durch die Programmierbarkeit des DSP - Kerns und die hinreichende Geschwindigkeit der Signalverarbeitung durch die DSP - Architektur und zusätzliche Hardwareblöcke gewährleistet.
Ziel des Vorhabens ist es, die Integrierbarkeit eines derartigen universellen Meßsignalvorverarbeitungssystems in Form eines „ASSP“ (Application Specific Standard Product) zu evaluieren und damit den Vorlauf für eine Gruppe von Anwendern zu sichern.
Zur effizienten Umsetzung von Meß- und Regelalgorithmen in Form von HW - SW - Cosystemen mit eingebetteten Signalprozessoren wird die Aufstellung einer "kochbuchartigen" Vorgehensweise angestrebt. Ausgehend von einer formalen Spezifikation und einer funktionalen Simulation auf Systemebene soll später die applikationsbezogene Umsetzung des Systems erfolgen.
Ziel dieser Applikation ist es, ein universelles Meßsignalvorverarbeitungssystem zu konzipieren, das durch hohe Abtastfrequenz und Interpolation für die Anwendung im Präzisionsmaschinenbau prädestiniert ist. Dabei wird ein modulares Konzept verfolgt, bei dem sowohl eine Kompensation von Nichtlinearitäten der Kennlinien des Meßprinzips als auch eine hohe Interpolation zwischen den Abtastwerten angestrebt wird.

Konzeption
Um die Wiederverwendbarkeit des entstehenden Designs zu gewährleisten, wurde unmittelbar nach Beginn des Projektes damit begonnen eine, zuerst noch sehr allgemeine Spezifikation aufzustellen.
Es existieren eine Reihe von Programmwerkzeugen, mit deren Hilfe es möglich ist, komplexe Systeme auf sehr abstraktem Level zu entwerfen und zu simulieren.
Die Phase der Toolevaluierung soll sicherstellen, daß Werkzeuge zum Einsatz kommen, die es zum einen erlauben, Systeme algorithmisch zu beschreiben und in einer späteren Phase des Projektes das Verhalten unmittelbar auf HW oder SW abzubilden. Um den iterativen Prozeß, der beim Entwurf und Verifikation komplexer Systeme zweifellos eintritt, zu unterstützen, ist die Geschlossenheit ein wesentliches Kriterium für die Beurteilung des Entwurfsprozesses, von der algorithmischen Beschreibung bis zur konkreten Implementation in HW oder SW.
Dabei werden nicht nur Programmpakete in ihrer Gesamtheit untersucht, sondern auch Designmethoden, basierend auf geeigneten Toolkombinationen in Betracht gezogen.
Ein weiterer wichtiger Gesichtspunkt, insbesondere für die beteiligten KMUs, ist die Verfügbarkeit des verwendeten Werkzeuges.

Ausblick
Die gewonnenen Erkenntnisse bei der Toolevaluierung fließen bereits in den Designprozeß ein. Erste Ergebnisse der Systemspezifikation sollen in einer, im weiteren Verlauf des Projektes zu vervollständigenden Bibliothek in Form von IP zusammengefaßt werden. Das betrifft SW - und HW - Komponenten gleichermaßen.
Noch in der ersten Projekthälfte soll ein Demonstrator zur Verfügung gestellt werden, der es erlaubt Zwischenergebnisse nicht nur zu dokumentieren, sondern auch vorzuführen.

Ansprechpartner:
DI Ralf Oberländer
Tel.: +49 (3677) 678315
e-mail:
ralf.oberlaender@imms.de

"Designmethodik für Low Power Kommunikationsmodule in fortgeschrittenen IC Technologien"

Im Rahmen der Arbeiten auf dem HF - Gebiet wurde das Förderprojekt "Designmethodik für Low Power Kommunikationsmodule in fortgeschrittenen IC Technologien" definiert, welches durch das Thüringer Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kultur seit dem 01.03.98 gefördert wird.
Über die Laufzeit von 3 Jahren entsteht in diesem Projekt ein integrierbarer Empfänger für Applikationen im 868 MHz Band. Von besonderem Interesse sind dabei Keyless Entry Systeme oder die drahtlose Anbindung von Peripheriegeräten (Sensoren, Bedienterminals) an Hausbussysteme (LON).
Im bisherigen Projektverlauf wurde auf der Grundlage der Spezifikation und den Randbedingungen des Frequenzbandes sowie unter Beachtung der Integrationsmöglichkeiten ein geeignetes Empfängerkonzept entworfen. Umgesetzt wird ein Doppelsuperhet Empfänger, der sich durch folgende Features auszeichnet:

- Geringe Leistungsaufnahme (U = 2.7 ... 5,5 V, I < 20 mA)
- Hoher Dynamikbereich (P_{in} = -105 ... -10 dBm)
- Kleine Anzahl externer Komponenten
- Generierung der LO - Signale (1. ZF und 2. ZF) aus einer Quarzfrequenz
- Applikationsabhängiger Betrieb als Doppel- oder Einfachsuperhet
- Abgleichfreier PLL - FSK - Demodulator für umschaltbare Datenraten.

Die aus dem Empfängerkonzept resultierenden einzelnen Baublöcke werden gegenwärtig entworfen. Die technologische Grundlage ist ein 0,8 - µm - BiCMOS Prozeß der AMS Gruppe, der sich durch eine Transitfrequenz von 12 GHz für die Bipolartransistoren und gute Rauscheigenschaften auszeichnet. In einem Vorprojekt wurde dies anhand von HF- und Rauschmessungen nachgewiesen.

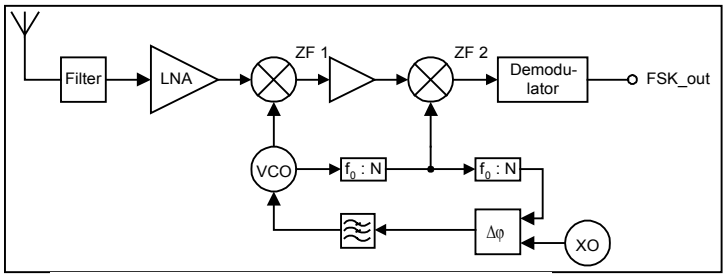


Abb. 1: Blockschaltbild des Empfängers

Für den Empfängerentwurf stehen seit diesem Jahr zwei leistungsfähige Softwarepakete zur Verfügung. Insbesondere für Simulationen auf sehr hohem Abstraktionsniveau (Verhaltensmodelle) eignet sich das Advanced Design System (ADS) von Hewlett Packard. Es gestattet außerdem eine effiziente Analyse von Schaltungen auf Transistorniveau oder eine gemischte Simulation mit beiden Modellarten. Somit können Einflüsse von realen Schaltungskomponenten auf die Performance des Gesamtempfängers schon sehr frühzeitig analysiert werden. Eine Schaltungssimulation auf Transistorebene ist mit dem Design Framework II von CADENCE möglich. Insbesondere für die HF - Simulationen steht der Schaltungssimulator RF – Spectre zur Verfügung. Im Unterschied zum ADS von HP erfolgt unter CADENCE die vollständige Layout - Generierung und - Verifizierung.
Ein mit RF - Spectre entworfener Low Noise Amplifier (LNA) befindet sich derzeit als Teststruktur in Präparation (Abb. 2). Die während der meßtechnischen Charakterisierung des Verstärkers gesammelten Erkenntnisse über die Genauigkeit und Zuverlässigkeit der verwendeten Analysemethoden und -werkzeuge werden direkt in die weiteren Designaufgaben einfließen und bilden einen wichtigen Bestandteil zum Erreichen des im Projekt formulierten Ziels einer effizienten HF - Designmethodik.
Zu diesem Zweck wurde die dem IMMS zur Verfügung stehende HF - Meßtechnik im Rahmen dieses Projektes erweitert. So wurde ein zusätzliches Tunersystem installiert, das Rauschmessungen im Frequenzbereich von 300MHz bis 6 GHz ermöglicht. Damit können alle entworfenen Baugruppen sowohl on chip, in einer Test Fixture oder koaxialen Umgebung charakterisiert werden.

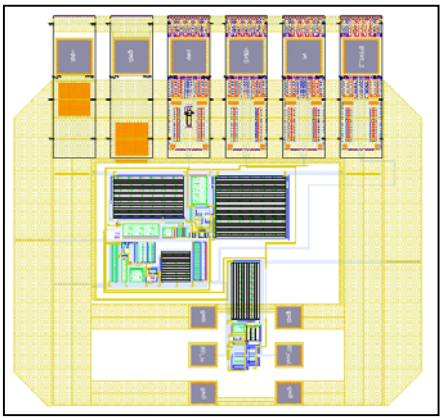


Abb. 2: Layout eines LNA mit den dazugehörigen Bias - Zellen

Ansprechpartner:
DI Matthias Lange
Tel.: +49 (361) 4276601
e-mail:
matthias.lange@imms.de

"Entwicklung von schnellen lichtempfindlichen Dioden und Transimpedanzverstärkern "

Im Jahr 1998 wurden im Auftrag der Thesys Gesellschaft für Mikroelektronik GmbH Forschungen zum Design lichtempfindlicher Diodenstrukturen und der notwendigen Auswerteelektronik betrieben. Nach der Technologieentwicklung durch Thesys, wurde für ein optoelektronisches Projekt die Entwicklung der Schaltungstechnik an das IMMS vergeben.

Anhand der übergebenen Spezifikation wurde eine Schaltung entworfen und ins Layout gebracht. Dieser Entwurf umfaßte die benötigten lichtempfindlichen Dioden als auch die gesamte Verstärkerarchitektur. Die Verstärker wurden als stromrückgekoppelte Operationsverstärker aufgebaut, um eine hohe Flexibilität in der Empfindlichkeit zu erreichen. Das war notwendig, da die Spezifikation eine Schaltbarkeit der Empfindlichkeit in 3 Stufen forderte. Die Messung der ersten Strukturen zeigte eine Reihe von Problemen mit elektrischen und optischen Parasitics und Verbesserungsmöglichkeiten. Die grundsätzlichen Funktionalitäten wie Empfindlichkeit, Offset und Empfindlichkeitsumschaltung konnten nachgewiesen werden.

In der nachfolgenden Überarbeitung wurden diese Erkenntnisse berücksichtigt, so daß das Redesign in den wichtigsten Eigenschaften die Spezifikation erfüllte. Die wichtigsten erreichten Parameter dieses Designs sind in Tabelle 1 dargestellt.

Auf der Grundlage der Bewertung der Labormuster wurde die Spezifikation erweitert und Möglichkeiten zur Optimierung des Gesamtsystems berücksichtigt. Mit diesen erweiterten Zielparametern wurden die optoelektronischen Arbeiten im IMMS fortgesetzt. Die Arbeiten an dieser neuen Konzeption werden bis Ende 1998 abgeschlossen. Es wird eine völlig neue Schaltungskonzeption verwendet. Mit ihr ist zum Beispiel die Umschaltung der Empfindlichkeit nicht mehr notwendig. Das eröffnet für die Schaltungstechnik neue Freiheiten, die zugunsten der Empfindlichkeit und der Grenzfrequenz ausgenutzt werden. Die Schaltung besteht nun aus zwei Verstärkerstufen, dem Transimpedanzverstärker und einem nachfolgenden Operationsverstärker. Durch diese Struktur kann die Gesamtempfindlichkeit der Schaltung erhöht werden, ohne die Grenzfrequenz zu senken. Meßergebnisse dieser Struktur werden Anfang 1999 vorliegen.

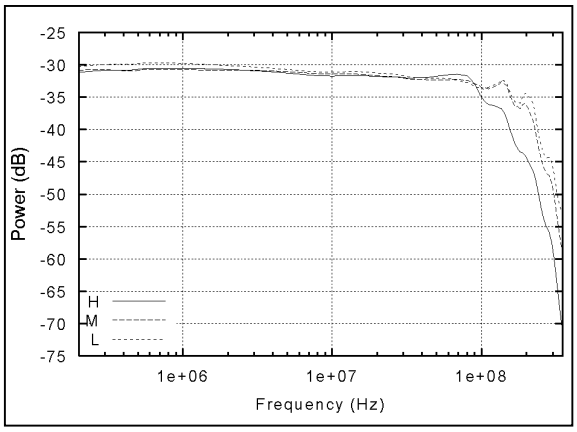


Abb. 1: Gemessener Frequenzgang der entworfenen Transimpedanzverstärker

Die Ergebnisse dieser Arbeit lassen sich auf viele optoelektronische Applikationen übertragen, weil anspruchsvolle Parameter für Empfindlichkeit, Rauschen und Grenzfrequenz realisiert werden konnten. So können Anwendungen der Datenübertragung, optischer Meßtechnik und Auswertung von optischen Pixelanordnungen mit den erreichten Forschungsergebnissen realisiert werden.

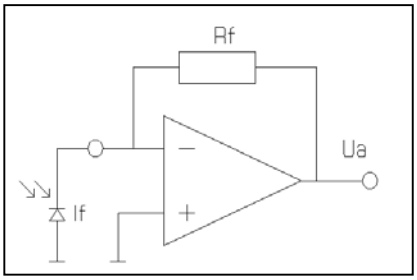


Abb. 2: Prinzipschema eines Operationsverstärkers als Transimpedanzverstärker für eine Photodiode

Die erreichte Kompetenz auf dem Gebiet der Optoelektronik wird durch eine Reihe Veröffentlichungen dokumentiert (s. Literaturnachweis). Zur Vorbereitung von Folgeprojekten und zur Vertiefung der schaltungstechnischen Kompetenz wurde eine Diplomarbeit zu Transimpedanzverstärkern in Zusammenarbeit mit der Universität Belgrad betreut und erfolgreich abgeschlossen.

Parameter	Einheit	Wert
-3 dB Grenzfrequenz	MHz	ca. 90
Offset	mV	< 10mV
Empfindlichkeit	mV/µW	9
Rauschen	mdB	< -90

Ansprechpartner:
DI Marc Heise
Tel.: +49 (361) 4276692
e-mail: marc.heise@imms.de

"SOI-Designumgebung"

Zielstellung
Zielstellung der Arbeiten in der SOI - Arbeitsgruppe ist es, eine umfassende Design – Umgebung für die neue THESYS - SOI - Technologien (0.8 - µm und 1,2 - µm) zu schaffen. Da diese Technologie bisher für andere (optoelektronische) Einsatzgebiete verwendet wurde, mußten für allgemeine ASIC – Anwendungen die für einen nachnutzbaren Design - Flow erforderlichen Modell- und Charakterisierungsarbeiten, Entwurfswerkzeuge, Teststrukturen und Demonstratoren, die das Leistungsvermögen dieser Technologie anschaulich zeigen sollen, neu untersucht und erarbeitet werden. Die Arbeiten wurden unter dem Aspekt von Hochtemperaturschaltungen durchgeführt.

Projektarbeit
Als Grundlage für die designorientierten Arbeiten wurden SPICE - Parametersätze für NBT, NFB, PBT, PFB Transistoren (NBT n - channel body tied transistor, PFB p - channel floating body transistor ...) der 0.8 - µm - Technologie extrahiert. Da für die SOI - Technologie zu diesem Zeitpunkt keine SOI - gerechten Extraktionswerkzeuge zur Verfügung standen, wurde eine eigene Extraktionsstrategie programmiert. Als SOI - SPICE Modell wurde STAGSPICE der University of Southampton (UK) verwendet. Dies lag an der einfachen Verfügbarkeit der SPICE - Programmversion, welche als free licence aus dem Internet verfügbar war.
Als erster Vergleich zwischen Messungen und Simulation wurden einfache Ringoszillatoren verwendet und eine gute Übereinstimmung der Ergebnisse gefunden.
Aufgrund der gewonnenen Erfahrungen wurde dann eine Bandgap - Referenz - Spannungsquelle (0.8 - µm - Technologie) simuliert, entworfen und auf einem SOI - Wafer realisiert. Die meßtechnische Charakterisierung dieser Schaltung erfolgt 1999. Der schon früher realisierte Entwurf eines AC - DC Konverters wurde auf seine Funktionsfähigkeit meßtechnisch überprüft und eine Fehleranalyse durchgeführt. Die vollständige Funktionsfähigkeit konnte nachgewiesen werden. Die Eigenschaften werden gegenwärtig optimiert.
Als weiter Schritt wurde die Funktionsfähigkeit der SOI - Einzeltransistoren bis 320 °C nachgewiesen. Aus diesen Messungen folgte, daß die Schwellspannungen der SOI - Transistoren für Hochtemperaturschaltungen über 1.5 V liegen müssen.
In der zweiten Jahreshälfte 1998 wurde uns die Silvaco Software (ATLAS, ATHENA, UTMOST, SMARTSPICE) zum Test der SOI - spezifischen Tools zur Evaluierung bereitgestellt. Damit ist eine automatisierte Parameterextraktion von Parametern für unterschiedliche SPICE –Modelle möglich (z. B. STAGSPICE, BSIM3v3, BSIM3SOI, SOISPICE, EKV etc.). Mit UTMOST III wurden Parametersätze für die Modelle BSIM3v3, BSIM3SOI, STAGSPICE für Transistoren der 0,8 µm – und der 1,2 µm - Technologie extrahiert.
Mit diesen Transistormodellen wurden erste Standard - und Makrozellen simuliert und Unterschiede zwischen den Verhaltensbeschreibungen zwischen SOI - und Standard - MOS - Modellen gefunden.
Ein HF - Testfeld wurde entworfen und auf einem Wafer realisiert.
Auf der Grundlage der erreichten SOI - Kompetenz des IMMS wurde Anfang November 1998 das Projekt THERMIS von der Europäischen Union (EU) genehmigt. In diesem Projekt werden Hochtemperaturanwendungen von SOI - Schaltungen untersucht. Im Projekt soll ein Demonstrator (Motoransteuerung für einen Weltraum - Satelliten) realisiert werden.

Weitere Vorhaben
Für die Zielstellung eines universell anwendbaren Design - Flows für SOI - ASICs sind noch umfangreiche weitere Forschungsarbeiten notwendig. Diese wurden im Projekt „Entwicklung innovativer Schaltungstechniken und -strukturen unter der Berücksichtigung neuester Technologien, Techniken und Anforderungen“ dargelegt und beim TMWFK zur Förderung eingereicht. Mit diesem Projekt sollen eine Zellibrary und eine Makrolibrary entwickelt werden. Das Projekt wird unsere Arbeiten 1999 bestimmen.
Im Jahr 1998 wurden zwei französische Praktikanten in die SOI - Arbeiten einbezogen. Sie schloßen den Entwurf einer SOI - Bandgap - Referenzspannungsquelle erfolgreich ab. Weiterhin arbeiteten sie an der Parameterextraktion mit UTMOST III und simulierten mit SMARTSPICE Teilschaltungen.

Ansprechpartner
Dirk Nuernbergk
Tel.: +49 (361) 4276611
e-mail:
dirk.nuernbergk@imms.de

Ionen - Projektions - Lithographie (IPL)

Einleitung

Die Weiterentwicklung der optischen Lithographie - Methoden für die Herstellung hochkomplexer Strukturen bei der Chip - Fertigung stößt in den nächsten Jahren in den Grenzbereich des technisch Möglichen und wirtschaftlich Vertretbaren vor. Die letzte - mehr oder weniger klassische - Lithographie - Variante, die Belichtung mit Argonfluorid Lasern der Wellenlänge 193nm steht kurz vor Einführung und wird voraussichtlich nur eine Chip - Generation abdecken können. Derzeitiger Stand der Produktion sind Strukturbreiten von „lediglich“ 250nm.

Die Technologieroadmaps für die Chip - Entwicklung und Produktion mit Strukturbreiten unter 100nm werden immer aggressiver und erfordern innerhalb weniger Jahre die Bereitstellung von Lithographie - Techniken kleiner 193nm. Die europäische Halbleiterindustrie, vor allem Siemens, verfolgt ehrgeizige Entwicklungspläne für zukünftige Chip - Generationen, um weiterhin international konkurrenzfähig zu bleiben.

Ohne die zeitgerechte Verfügbarkeit der entsprechenden Lithographie - Methoden sind die Pläne des nahtlosen Einstiegs in die nächste Chip - Generation voraussichtlich im Jahr 2003 jedoch gefährdet. (s. Abb. 1) Daher sind Entwicklung und Untersuchung von neuartigen Lithographie - Methoden - in enger Zusammenarbeit zwischen Chip- und Geräteherstellern - von strategischer Bedeutung. Aus diesem Grund erhalten entsprechende Aktivitäten in den USA und Japan massive staatliche Unterstützung. IPL ist eine rein europäische Technologie und eröffnet so für europäische Halbleiterhersteller als Erstanwender die Chance, ihre Wettbewerbsfähigkeit gegenüber den USA und Japan entscheidend zu erhöhen.

Der Lithograpiemarkt hat weltweit derzeit eine Größe von 1100 Geräten pro Jahr mit einem Verkaufsvolumen von DM 6 Mrd.. Dieses wird sich erwartungsgemäß mit dem starken Wachstum der Mikroelektronik entsprechend vergrößern.

Über die Nachfolge - Technologie in der Lithographie, die sowohl von der Strukturauflösung als auch von der Wirtschaftlichkeit her die Anforderungen unterhalb 0.15µm erfüllen kann, besteht noch Unklarheit.

Derzeit sind weltweit vier konkurrierende Verfahren in der Entwicklung, deren Stand und technologische Machbarkeit von der Weltdachorganisation der Chip - Hersteller und –Zulieferindustrie SEMATECH (SEmiconductor MAnufacturing TECHnology) überwacht wird. Ende 1999 erfolgt die Evaluierung des Verfahrens, welches den grundsätzlichen Nachweis der industriellen Einsatzfähigkeit und Wirtschaftlichkeit erbracht hat. Das ausgewählte Verfahren wird nachfolgend durch die Chiphersteller als potentielle Kunden bis zur Serienreife gefördert werden.

Eines der Verfahren ist die Ionenprojektions - Lithographie (IPL), welches unter Federführung von SIEMENS mit zahlreichen Partnern im Rahmen eines europäischen Projektes bearbeitet wird. Ziel des Projektes ist es, die erforderlichen Verfahren zu entwickeln, um die Möglichkeiten der Ionenprojektions - Lithographie an einem Process Development Tool (PDT) praktisch zu erforschen. Beim Entwurf und der Erprobung des Antriebssystems arbeiten ein Lithographie Systeme - Hersteller, IMMS gGmbH Ilmenau, TU Ilmenau Institut für Mikrosystemtechnik, Mechanik und Mechatronik sowie das Fraunhofer Institut für Angewandte Optik und ein Thüringer Unternehmen eng zusammen.

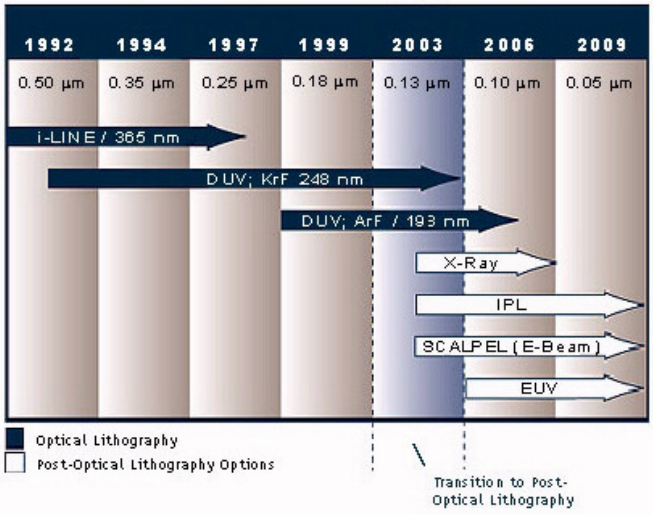


Abb. 1: Übersicht zu den Technologieentwicklungen n der Lithographie

Vor- und Nachteile der konkurrierenden Lthographie - Methoden

Im Einzelnen handelt es sich um folgende Verfahren:

- PROXIMITY X - ray (Belichtungsverfahren unter Nutzung der Röntgenstrahlung)

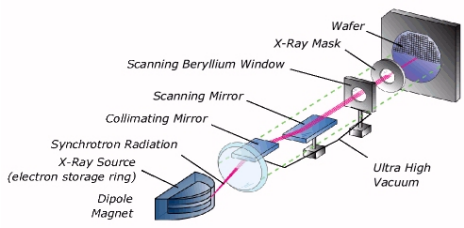


Abb. 2: Prinzipskizze PROXIMITY X - ray - Verfahren

Bei dem Verfahren kommen Röntgenstahlen mit einer Wellenlänge von nur 1nm zum Einsatz, die durch eine ca.10 - 40µm vom Wafer entfernt liegende Maske projizieren werden. Durch die kurze Wellenlänge werden die Beugungseffekte reduziert und somit Abbildungen von Strukturen kleiner 100nm ermöglicht. Die Größe der Maskenstrukturen ist gleich der auf dem Wafer zu erzeugenden Strukturen.

- Ionenprojektions - Lithographie (IPL)

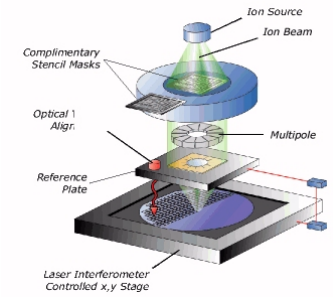


Abb. 3: Prinzipskizze IPL-Verfahren

Das Ionenstrahl – Lithographiesystem projiziert Wasserstoff- oder Heliumionen durch eine Stencil - Maske auf einen Wafer. Der Ionenstrahl passiert dabei auf seinem Weg von der Quelle zur Maske sowie von der Maske zum Wafer elektrostatische Linsen, durch welche er fokussiert oder geweitet wird. Diese Linsen fokussieren das Maskenbild 4 - fach, so daß hochgenaue mikroskopische Strukturen erzeugt werden.

- SCALPEL (**SC**attering with **A**ngular **L**imitation **P**rojection **E**lectron - beam **L**ithography – Streuung mit winkelbegrenzender Projektion mittels Elektronenstahl - Lithographie)

Das Verfahren kombiniert die hohe Auflösung und den großen Prozeßspielraum des Elektronenstrahls mit dem Durchsatz eines herkömmlichen Projektionssystems. Elektronen werden durch Projektion auf eine Maske (Wolframstruktur gestützt auf eine spannungsarme Siliziumnitrit - Membran) vereinzelt.

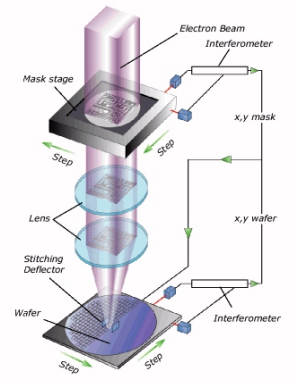


Abb. 4: Prinzipskizze SCALPEL-Verfahren

Die Elektronen bewegen sich durch die Maskenmembran. Mittels des nachfolgenden Linsensystems wird die Struktur der Maske 4 - fach verkleinert auf dem Siliziumwafer abgebildet. Bei jeder Projektion wird nur ein kleines Segment der Struktur auf dem Chip abgebildet. Durch geeignete Verfahren müssen die einzelnen Segmente aneinander gefügt werden.

- EUV – (Extrem UV)

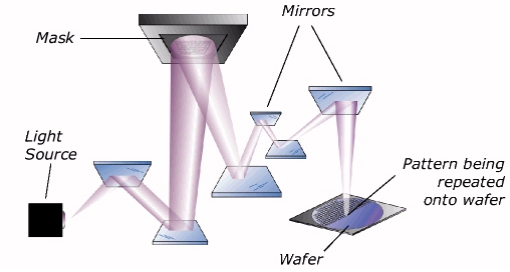


Abb. 5: Prinzipskizze EUV-Verfahren

Das Verfahren nutzt Licht extrem kurzer Wellenlänge (13nm) im Röntgenspektrum. Eine Abbildung wird erzeugt durch Reflexion der Strahlung an verschiedenen Spiegeln, an Maske und an einem weiteren Spiegelsystem bis zum Wafer. Durch den Prozeß der Reflexion verringert sich die Abbildung auf dem Wafer 4 - fach gegenüber der Maske.
Wesentliche Merkmale sind allen Verfahren eigen und heben sie damit von bisherigen Methoden der Belichtung ab:

- Verwendung nichtoptischer Lithographie (Teilchenstrahlung (Ionen, Elektronen) bzw. Photonenstrahlung (Röntgenstrahlung)) anstelle der optischen Lithographie
- Verwendung reflektierender Optik (Spiegel), elektrostatischer und elektromagnetischer Linsen anstelle auf Brechung basierender Optik
- Verwendung reflektierender Masken oder Membran - Masken (für Wafer - Bearbeitung) anstelle von auf Brechung basierenden Masken

Die Ionenprojektions - Lithographie

In Abb. 6 sind die Elemente eines IPL - Steppers dargestellt. Der das IMMS betreffende Teil am Gesamtprojekt beinhaltet Konstruktion, Simulation, Aufbau und Erprobung des x - y - Tisches zur Positionierung des Silizium - Wafers für den Vorgang des Belichtens.
Die Hauptvorteile des IPL- Verfahrens gegenüber den konkurrierenden Methoden sind:

- < 100 nm Auflösungsvermögen bei hoher Tiefenschärfe (> 100 µm) innerhalb von großen, den optischen Lithographiesystemen entsprechenden Bildfeldern; die Grenzen der IPL Technologie sind im sub - 50 nm Bereich,
- hohe Produktivität und kostensparender Strukturübertragungsprozeß durch die Möglichkeit der Verwendung von positiven und negativen Photoresist Materialien sowie von Einlagen Resist Prozessen mit < 0,5 s Chip Belichtungszeiten,
- optimale Mix&Match Lithographie mit optischen Steppern durch elektronisch einstellbare Verzeichnung des projizierten Ionenbildes der Maskenstrukturen,

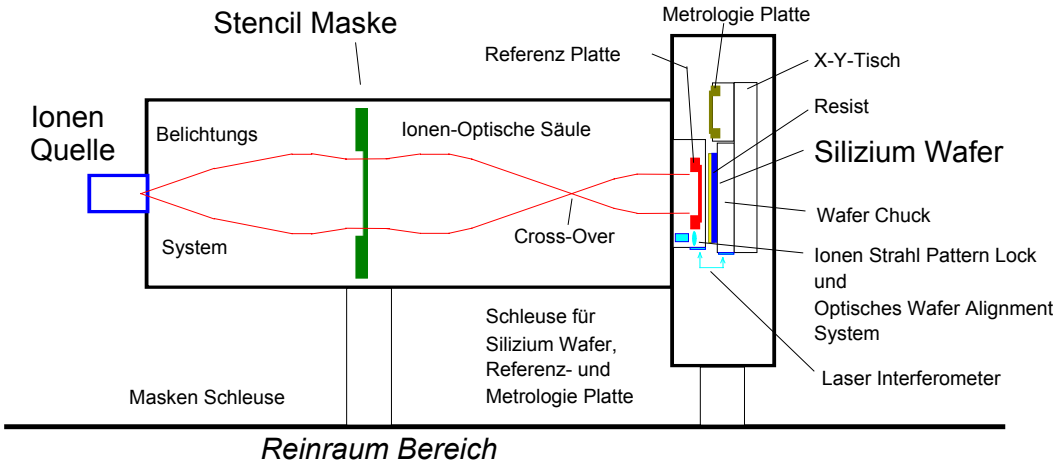


Abb. 6: Prinzipaufbau des IPL-Steppers

- elektronische Feinzustellung des projizierten Ionenbildes in X, Y, Rotation und Maßstab („Pattern Lock“),
- geringe Streuung von Ionen in Resistschichten (vernachlässigbare Proximity - Effekte), Möglichkeit des Abstoppens von Ionen in unkritischen Schichten und damit Vermeiden von Defekten in kritischen Schichten

Die im Rahmen des Gesamtprojektes durch F&E Aktivitäten zu lösende komplexe technologische Fragen betreffen:

- Entwicklung und Bau einer ionen - optischen Säule für große Bildfelder; bisherige bei Projektpartnern realisierte Anlagen betrafen Forschungsmaschinen mit kleinen Belichtungsfeldern. Im Rahmen des IPL - Projektes ist der Aufbau einer verkleinernden Ionen - Optik mit 50 nm Auflösung in einem Bildfeld von 12x12 mm^2 vorgesehen.
- Raumladungseffekte: Eine globale Abstoßung von Ionen führt zu Lagefehlern, während eine stochastische Wechselwirkung Auflösungsverluste verursacht. Zum globalen Raumladungseffekt sind noch einige experimentelle Untersuchungen notwendig. Daraus folgend müssen Maßnahmen zur Reduzierung des stochastischen Raumladungseffektes beim Design des IPL Process Development Tools berücksichtigt werden, um die gestellten Auflösungsspezifikationen erreichen zu können.
- Untersuchungen zum Erreichen einer, die späteren industriellen Anforderungen erfüllenden Überdeckungsgenauigkeit von verschiedenen Maskenebenen durch Kombination des Ionen Pattern Lock Systems mit einem optischen Wafer Alignment System und einem durch Laser – Interferometer kontrollierten Tischsystem.
- Die IPL Technik erfordert die Verwendung von Maskenfolien mit Strukturöffnungen („Stencil Masken“). Vorarbeiten haben die prinzipielle Machbarkeit von Silizium Stencil Masken und - durch Aufbringen von geeigneten Schutzschichten - das Erzielen einer hohen Maskenlebensdauer (Status 2 Mio. Belichtungsäquivalente) erwiesen. Die Fertigung von großflächigen Stencil Masken mit tolerabler fabrikations - induzierter Verzeichnung und Stabilität erfordert weiterhin Entwicklungen, die auch die Inspektion, Reparatur, Reinigung und Reinhaltung von Stencil Masken betreffen. Um beliebige, auch in sich geschlossene Strukturen belichten zu können, müssen komplementäre Stencil Masken gefertigt werden. Dies schließt die Entwicklung entsprechender Software Programme für das Splitten eines Maskendesigns ein.

Die von verschiedenen Projektpartnern zeitgleich durchgeführten, umfangreichen Arbeiten können in begrenztem Rahmen noch zu Abweichungen in den anvisierten Prozeßparametern und damit zur Korrektur der Aufgaben des IMMS führen.
Der Nachweis der Funktionsfähigkeit der Ionen - Projektions - Lithographie kann nur durch den Bau eines Process Development Tool und durch die Entwicklung der dazugehörigen Stencil Masken Technologie erreicht werden.

Projektinhalt

Im Rahmen des Projektes wurden seitens des IMMS, teilweise gemeinsam mit Projektpartnern, bisher folgende Arbeiten geleistet:

- Erstellung von Konzept zum senkrecht stehenden Wafertisches (WT) unter Berücksichtigung der geforderten Dynamik, Genauigkeit und Auflösung, der im Vakuum einsetzbaren Materialien und der durch das Verfahren der Ionenstrahlbelichtung gegebenen Randbedingungen (Vermeidung magnetischer, und elektrostatischer Streufelder, minimaler Wärmeeintrag etc.)
- Erarbeitung von Antriebsgrundkonzepten für den WT, Bewertung, Auswahl (Abb. 7)
- Zuarbeit zur Konzeption, Auswahl und Implementie

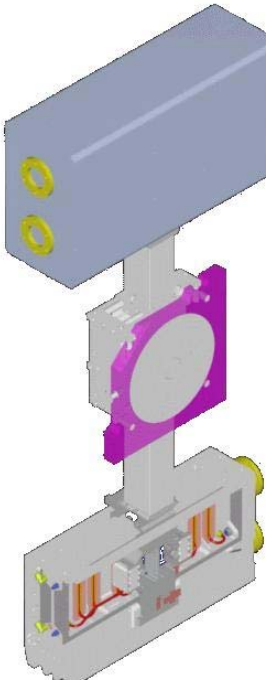


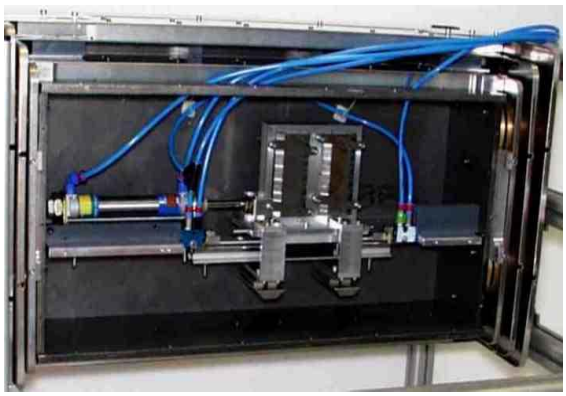
Abb. 7: Prinzipskizze des Wafertisches

rung der Führungslösung für den Läufer der Anordnung

- Zuarbeit zur Erarbeitung der Steuerungskonzeption des Motors und der magnetischen Führung
- Dimensionierung des WT, Simulation wesentlicher Baugruppen hinsichtlich ausgewählter kritischer Parameter, Optimierung des Systems (Versuchsaufbau zur Magnetischen Schirmung siehe Abb. 8+9)
- Anfertigen der Konstruktionsunterlagen für einen Versuchsaufbau des WT

Die nächsten Arbeiten beinhalten:

- Aufbau und experimentelle Erprobung eines Versuchsaufbaus des WT einschließlich der Läuferführung gemeinsam mit Projektpartnern
- Optimierung der Baugruppen, Überarbeitung der Konstruktionsunterlagen in Kooperation mit Projektpartnern
- Begleitung der Erprobung; ggf. Optimierung der Baugruppen
- Begleitung der Fertigung und Inbetriebnahme des Labormusters



1. ***Abb. 8:*** *Versuchsaufbau magn. Schir-*

Zusammenfassung

Durch umfassende Vorarbeiten konnte die theoretische Machbarkeit des Wafertisches und der magnetischen Führung nachgewiesen werden. Bis zum Ende des 2. Quartals 1999 ist der Aufbau des Process Development Tool (PDT) praktisch zu realisieren und umfangreichen Test zu unterziehen. Ende 1999 soll die Implementierung des Wafertisches in das Gesamtsystem erfolgen.

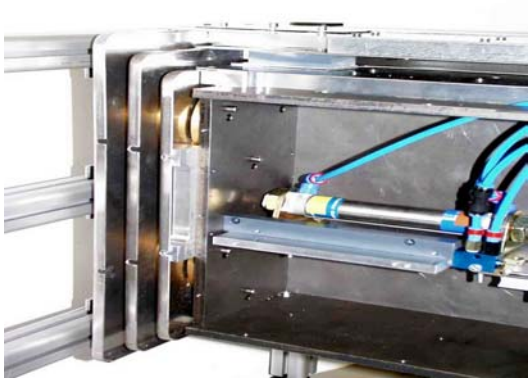


Abb. 9: Detailansicht der Schichten der magn. Schirmung

Quellenverweis:
Die Abbildungen 1 - 6 sind entnommen dem Material zum SEMATECH Next Generation Lithography Workshop, Dez. 1997

Ansprechpartner:
DI Erik Beckert
Tel.: +49 (3677) 678318
e-mail: erik.beckert@imms.de

DI Andrew Hoffmann
Tel.: +49 (3677) 678318
e-mail:
andrew.hoffmann@imms.de

"Geregelte Präzisionsantriebe unter erschwerten Einsatzbedingungen"

Projektgegenstand[1]

Die modernen Fertigungsanlagen der Mikroelektronik und -systemtechnik haben einen steigenden Bedarf an hochpräzisen mechatronischen Systemen, um extrem genaue Positionierbewegungen unter erschwerten Einsatzbedingungen[2] realisieren zu können. Deshalb besteht die Hauptaufgabe dieses Projektes darin, Demonstratoren für kompakte und verschleißarme mechatronische Präzisionsantriebe zu entwickeln, die hohe Genauigkeit bzw. Reproduzierbarkeit erreichen und gleichzeitig unter erschwerten Umweltbedingungen eingesetzt werden können, siehe auch Abb. 1. Die angestrebten Positioniergenauigkeiten im Bereich von unter 10 nm bzw. hundertstel Bogensekunden können, wie im Vorprojekt „Modellierung und Optimierung frei beweglicher Monochromatoranordnungen“ untersucht, mit bekannten Konstruktionsprinzipien und -werkstoffen des traditionellen Maschinenbaus bzw. der Feinwerktechnik nicht erreicht werden. Die Gründe dafür liegen zum einen an der konstruktiven Gestaltung der herkömmlichen Antriebe, den eingesetzten Sensoren und den Steuerungen. Zum anderen wirken sich die Eigenschaften der Werkstoffe bzw. Werkstoffpaarungen, z.B. in Lagerungen und Führungen, die bisher eingesetzt wurden, in dieser Genauigkeitsklasse und unter den Einsatzbedingungen negativ aus.

Im Projektverbund von 4 Partnern werden folgende Schwerpunkte bearbeitet:

- Entwicklung und Bau spezieller Meß- und Analysesysteme für die Durchführung der werkstofftechnischen Untersuchungen (z. B. Tribometer), Durchführung der Untersuchungen, Ableitung von Erkenntnissen für den Entwurf der mechatronischen Antriebskomponenten und -systeme
- Entwicklung bzw. Weiterentwicklung, Aufbau und Test rotatorischer bzw. translatorischer Antriebselemente sowie weiterer Komponenten für die Demonstratoren der Präzisionsantriebe für deren Nutzung unter erschwerten Einsatzbedingungen
- Entwicklung bzw. Weiterentwicklung, Aufbau und Test anwendungsspezifischer Sensorik bzw. Meßtechnik, Steuerungs- bzw. Regelungstechnik, von Lagereglern und Leistungsstufen für die Präzisionsantriebe.

Die umfangreichen werkstofftechnischen Untersuchungen werden am Institut für Physik der TU Ilmenau durchgeführt. Sie beinhalten u.a. die Ermittlung des Desorptionsverhaltens und der tribologischen Eigenschaften der Werkstoffe und Schichten unter definierten Einsatzbedingungen. Aus den tribologischen Untersuchungen können Erkenntnisse für den späteren Einsatzfall, z. B. in Gleit- bzw. Wälzlagern bzw. -führungen, abgeleitet werden. Für die Realisierung der tribologischen Untersuchungen ist ein Tribometer notwendig, das sich für den Einsatz unter den geforderten Umweltbedingungen eignet. Handelsübliche Tribometer arbeiten in anderen Kraftbereichen (Normalkraft) und eignen sich nicht für die vorgesehenen Untersuchungen in einer UHV - Kammer. Aus diesem Grund ist eine der Hauptaufgaben der ersten Projektphase, die in enger Kooperation zwischen IMMS gGmbH, TU Ilmenau und Industriepartnern realisiert wird, ein UHV - taugliches Tribometer, Normalkraft F_N = 1 ... 5 N, zu entwikkeln, das vollständig in die UHV - Kammer integriert werden kann.

Mit Entwicklung und Bau des Tribometers sind mehrere Vorteile verbunden:

- es ermöglicht die Fortsetzung der Untersuchungen zu den Werkstoffen und Werkstoffpaarungen, im HV, UHV oder anderen extremen Umweltbedingungen
- die bereits mit positivem Ergebnis untersuchten Werkstoffe (z.B. Isolation der für die Motorwicklung verwendeten Drähte) und Werkstoffpaarungen (z.B. für Gleit- und Wälzlager) kommen direkt im Tribometer zum Einsatz; sie unterliegen hier einem Dauertest unter Realbedingungen
- die beim Tribometerbau gewonnenen Ergebnisse sind auf andere Anwendungsgebiete und Produktfelder des konventionellen Maschinenbaus, der Feinwerktechnik bzw. Mechatronik und Mikrotechniken übertragbar.

Aufgaben der Projektpartner

Schwerpunkt der Arbeiten der IMMS gGmbH ist die Konzipierung und Entwicklung kompakter, UHV - tauglicher Präzisionsantriebe einschließlich der Simulation kritischer Einzelteile und Baugruppen. Des weiteren erfolgt eine Mitarbeit bei der Weiterentwicklung der piezoelektrischen Antriebselemente

---

[1] Dieses Verbundprojekt wird vom Thüringer Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kultur (TMWFK) gefördert

[2] Unter erschwerten Einsatzbedingungen sollen vor allem folgende Anwendungsbereiche verstanden werden: *Vakuum, Hochvakuum (HV), Ultrahochvakuum (UHV), Weltraum, Schutzgas, explosionsgefährdete Bereiche und Temperaturbereiche von -50°C bis ca. 200°C*

Präzisionsantriebe (rotatorisch, translatorisch)

Antriebe für große Kräfte / Momente und Verfahrbereiche

• Temperaturbeständigkeit	> 150°C
• Vakuumtauglichkeit	< $5*10^{-10}$ mbar
• Objektmasse	< 15 kg
rot.:	
• Fahrbereich	> 360°
• Positioniergenauigkeit (Auflsg.)	< 0,1" (< 0.01")
• Maximalgeschwindigkeit	> 1° * s^{-1}
• Maximaldurchmesser	< 200 mm
transl.:	
• Fahrbereich	≤ 500 mm
• Positioniergenauigkeit (Auflsg.)	< 1µm (< 0,1µm)
• Maximalgeschwindigkeit	> 200 mm * s^{-1}

Antriebe für kleine Kräfte / Momente und Verfahrbereiche

• Temperaturbeständigkeit	> 150°C
• Vakuumtauglichkeit	< $5*10^{-10}$ mbar
• Objektmasse	< 50 g
rot.:	
• Fahrbereich (rot.)	< 360°
• Positioniergenauigkeit (Auflsg.)	< 0,1" (< 0.01")
• Maximalgeschwindigkeit	> 0,1° * s^{-1}
• Maximaldurchmesser	< 50 mm
transl.:	
• Fahrbereich (transl.)	≤ 10 mm
• Positioniergenauigkeit (Auflsg.)	< 10 nm (< 1nm)
• Maximalgeschwindigkeit	> 10 mm * s^{-1}

Abb. 1: Zwei Hauptentwicklungsrichtungen für Antriebskomponenten und -systeme

für die hochauflösenden rotatorischen und translatorischen Positionierbewegungen, bei Entwurf und Aufbau von Funktionsmustern für elektromagnetische Antriebselemente und beim Aufbau von Meßanordnungen zur Ermittlung der technischen Parameter der Antriebskomponenten und Antriebe unter realen Einsatzbedingungen (z.B. Tribometer) und bei der Untersuchung der Eignung der Komponenten für die spezifischen Anwendungsfälle (Tauglichkeit, Desorption, tribologische Eigenschaften, Oberflächenqualität von Funktionsflächen usw.). Die in den Antrieben zum Einsatz kommenden Werkstoffe und Werkstoffpaarungen werden auf der Grundlage entsprechender Materialproben und Funktionsmuster von Einzelteilen und Baugruppen untersucht. Neben Entwurf, Aufbau, Erprobung und Optimierung aller Komponenten für die Funktionsmuster bzw. Demonstratoren werden FEM - Simulationen des statischen, dynamischen und thermischen Verhaltens kritischer Einzelteile und Baugruppen, ggf. ganzer Antriebe, durchgeführt.

Ein Industriepartner befaßt sich schwerpunktmäßig mit den meßtechnischen Problemen, z. B. der Ermittlung aller relevanten physikalisch - technischen Parameter für die Erfassung der räumlichen Lage der Positioniersystemanordnung. Weiterhin wird in Zusammenarbeit mit den anderen Partnern eine Steuerung / Regelung für die kompakten Präzisionsantriebe mit dem Ziel entwickelt, diese gemeinsam mit dem kompletten Antrieb unter den genannten Umweltbedingungen zu betreiben.

Entsprechend den spezifizierten Anforderungen werden durch ein industrielles Unter-nehmen Antriebselemente (rotatorisch, translatorisch) für das UHV entwickelt und als Funktionsmuster für Testzwecke gebaut.

Ein thüringer Unternehmen arbeitet an der Entwicklung der Präzisionsantriebe mit und beteiligt sich an der Herstellung und Erprobung der Funktionsmuster der Präzisionsantriebe.

Weitere Schwerpunkte liegen in der praxisnahen Erprobung neuer Materialien bzw. Materialkombinationen unter erschwerten Einsatzbedingungen (z.B. unter UHV).

Die TU Ilmenau übernimmt die Untersuchungen von Werkstoffen, Einzelteilen und Baugruppen und die tribologischen Untersuchungen unter den erschwerten Einsatzbedingungen. Sie umfassen die

- Mitarbeit bei Entwurf und Bau eines Tribometers für das UHV, insbesondere bei der Hard- und Software für die Ermittlung der tribologischen Eigenschaften, für die Verschleißmessung, für die Steuerung, Meßwertaufnahme und -auswertung
- Erweiterung bzw. Ergänzung der vorhandenen UHV - Kammer mit den notwendigen Gerä

Abb. 2: Versuchsanordnung eines Mikrotribometers (Quelle: Dr. M. Scherge (TU Ilmenau, IfP); O. Mollenhauer (TETRA GmbH); Dr. F. Spiller (IMMS gGmbH))

ten und Komponenten (Probenschleuse, Gasanalytiksystem, Flansche, Pumpen usw.)

- Untersuchung der thermische Desorption verschiedener Materialproben (Werkstoffe für Schichten, Bauelemente (z. B. Sensoren) und Baugruppen (z. B. Motoren, Elektronikkomponenten)
- Untersuchung von Werkstoffpaarungen mit einem Tribometer unter erschwerten Einsatzbedingungen einschließlich der tribologisch induzierten Desorption
- Oberflächenanalyse (Rauhigkeit, Schichtdicke, Haftfestigkeit, Oberflächenspannungen, Materialgradient) für ausgewählte Materialien, Schichten, Schichtkombinationen, Mehrfachschichtsysteme; Optimierung der Schichten und Oberflächen (Randschichten, geometrische Beschaffenheit)
- Test der Komponenten der Antriebe (Desorption, Oberflächenqualität von Funktionsflächen usw.)
- Erprobung von Einzelteilen, Baugruppen (Motoren, Antriebe, optische Komponenten) unter verschiedenen Einsatzbedingungen, Vergleich der theoretischen und experimentellen Ergebnisse.

Die komplexe Aufgabenstellung machen eine interdisziplinäre Kooperation unabdingbar. Die wissenschaftliche Absicherung der zu erarbeitenden Technologien und Fertigungsprozesse erfordern ein hohes Maß an technischer und zugleich wissenschaftlicher Durchdringung, besonders im Hinblick auf die geforderte Verläßlichkeit und Reproduzierbarkeit.

Bisherige Ergebnisse

Ausgehend von den Untersuchungen des Vorprojektes und einer Analyse kommerziell verfügbarer Antriebselemente begann, in enger Zusammenarbeit mit Industriepartnern die Weiterentwicklung eines herkömmlichen Elektromotors für den Einsatz im Ultrahochvakuum (UHV). Dazu wurden und werden verschiedene Werkstoffe und Werkstoffpaarungen, insbesondere das Desorptionsverhalten, untersucht, um detaillierte Aussagen über ihre Eignung für verschiedene Umgebungsbedingungen zu bekommen. Die Untersuchungen der tribologischen Eigenschaften in Normalatmosphäre, der Reibungs- und Verschleißeigenschaften ausgewählter Werkstoffpaarungen, erfolgt durch den Projektpartner TU Ilmenau. Hierbei wird zunächst ein handelsübliches Tribometer der Fa. CSEM SA nach dem Prinzip „pin on disk“ eingesetzt,

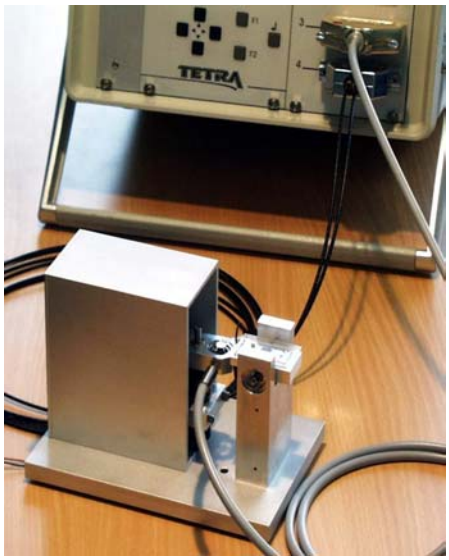


Abb. 3: Versuchsanordnung eines Mikrotribometers (Quelle: Dr. M. Scherge (TU Ilmenau, IfP); O. Mollenhauer (TETRA GmbH); Dr. F. Spiller (IMMS gGmbH))

Für die Durchführung weiterer tribologischer Untersuchungen, die sowohl in Normalatmosphäre und unter Schutzgas als auch im Hoch- und Ultrahochvakuum realisiert werden sollen, entstanden erste Versuchsanordnungen für ein Tribometer („scratch - Tester“), siehe Abb. 2 und Abb. 3. Mit Hilfe dieser Versuchsanordnungen, die zunächst nur für die Normalatmosphäre vorgesehen sind, werden grundlegende Untersuchungen zum konstruktiven Aufbau und seinem statischen und dynamischen Verhalten, zu den Probenanordnungen und den Meß- und Auswerteverfahren durchgeführt.

Ansprechpartner:
Dr. - Ing. Frank Spiller
Tel.: +49 (3677) 678326
email: frank.spiller@imms.de

PSPICE - Modell für eine Lithium - Ionen - Batterie

Im Rahmen der Kooperation mit einem Thüringer Unternehmen wurden Untersuchungen zur Gestaltung von elektronischen Managementsystemen für Lithium – Ionenbatterien durchgeführt. Die höhere Empfindlichkeit der Lithium - Ionen - Akkumulatoren gegenüber schädlichen Betriebszuständen wie Überladung, Überstrom und Tiefenentladung zwingen zum Einsatz elektronischer Überwachungssysteme, die zudem durch eine sinnvolle Datenerfassung die Abfrage aktueller Betriebsdaten gestatten soll. Da Praxistests zur Evaluierung solcher Batteriemanagementsysteme sehr langwierig und damit kostspielig sind, wurde im Rahmen der Überlegungen zu möglichen Schaltungstopologien die Alternative der Schaltungssimulation mit PSPICE einbezogen. Hierfür wurde ein Modell der Batteriezelle entwickelt, das folgende Eigenschaften der realen Zelle berücksichtigt:

1. Nichtlineare Lade- / Entladecharakteristik
2. Ladeeffektivität
3. Innenwiderstand (ESR)
4. Leckwiderstand
5. Ladezustandsindikator.

Abb. 1 zeigt die Anordnung der in PSPICE verwendeten Elemente zur Realisierung der Modellfunktionen. Die nichtlineare Lade - / Entladecharakteristik wurde durch eine Abfolge von Meßwerten eingebracht. Die anderen Batterieparameter können in einer Eingabemaske variiert werden. Neben den üblichen Batterieanschlüssen <+> und <–> wurde der Anschluß <Kapazität> vorgesehen, der die Abfrage des aktuellen Ladezustandes gestattet. In Abb. 2 ist das Ergebnis der Simulation einer Schaltungsanordnung zur Symmetrierung der Spannung zweier in Serie geschalteter

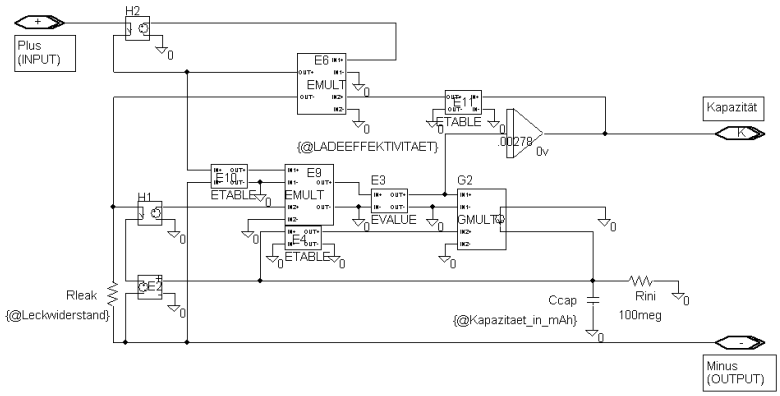


Abb. 1: PSPICE - Modell einer Lithium - Ionenbatteriezelle

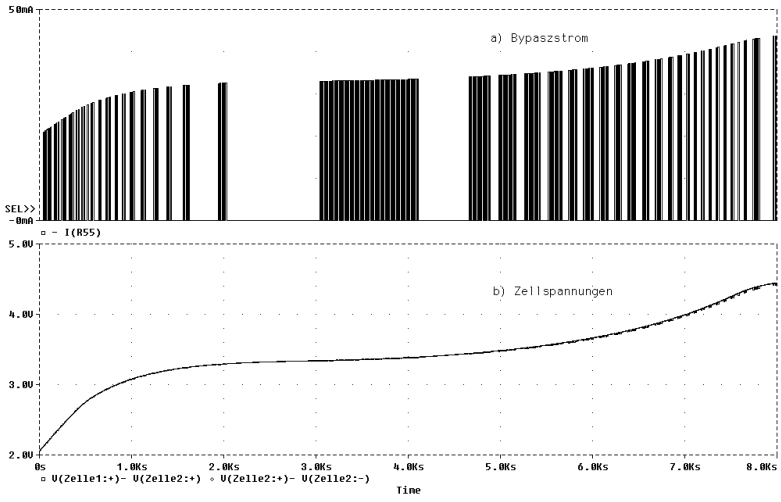


Abb. 2: Bypaßstrom und Zellspannung zweier Zellen beim Ladevorgang mit Spannungssymmetrierung

Zellen mit unterschiedlicher Kapazität dargestellt. (Abb. 2b zeigt dabei, daß während des gesamten Ladevorganges die Zellspannungen nur geringfügig voneinander abweichen und daß die Ladeendspannung von 4,3V wunschgemäß für beide Zellen zum

gleichen Zeitpunkt erreicht wird. Die dafür notwendigen Korrekturströme an der Zelle mit der um 10% geringeren Kapazität zeigt die Abb. 2a). Eine Messung an einem aufgebauten Managementsystem hätte etwas mehr als 2 Stunden in Anspruch genommen, während die Simulation in weniger als 1 min abgeschlossen werden kann. Durch einfache Vorgabe von Parametern kann eine Worst Case Analyse ebensogut durchgeführt werden wie eine Streßanalyse der verwendeten Schaltungskomponenten. Basierend auf umfangreichen Meßreihen soll das Modell künftig um die Möglichkeit der Simulation von Parameterdriften und von dynamischen Effekten erweitert werden.

Ansprechpartner:
Dr. - Ing. Peter Kornetzky Tel.: +49 (3677) 678316
email: peter.kornetzky@imms.de

Zielstellung des Projektes

Fluidische Aktorarrays auf der Basis von elektrorheologischen Fluiden (ERF) lassen sich beispielsweise durch die Herstellung von Druckunterschieden über Mikrohydraulikventile realisieren. ERF bieten hierfür durch ihre elektrisch steuerbare Viskosität eine Lösungsmöglichkeit ohne bewegliche mechanische Teile.

Da die Eigenschaften industrieller Fluide (z.B. RHEOBAY der Fa. BAYER) eine praktische Verwendung zulassen, liegen die Schwerpunkte der Entwicklungen auf den Gebieten der Ansteuerung und der mechanischen Umsetzung in Produkte. Innerhalb des Vorprojektes sollte eine grundlegende Klärung der elektrischen Eigenschaften verfügbarer Fluide und die Schaffung eines mechatronischen Demonstrators für die Erzeugung linearer, mikromechanischer Bewegungen erfolgen.

Partner

Die Zusammenarbeit erfolgte im Rahmen eines vom TMWFK geförderten Vorprojektes mit thüringer Industriepartnern.

Ergebnisse

Bei den ERF handelt es sich fast immer um Silikonöle mit eingelagerten Schwebeteilchen, die unter dem Einfluß eines elektrischen Feldes von 1 - 6 kV/mm ihre Viskosität ändern und dadurch innerhalb von Kanälen eine Ventilwirkung ausüben.

Im Ergebnis der Literaturrecherchen wurden eine prinzipielle Konstruktion für Linearaktoren auf ERF - Basis sowie konkrete Geometrie- und Materialparameter ermittelt (s. Abb.1).

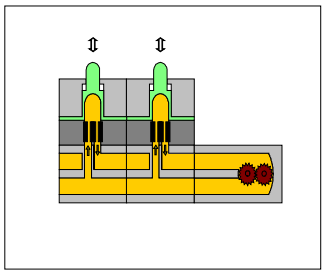


Abb. 1: Aktoranordnung

- „RHEOBAY“ wird auf Grund seiner Eigenschaften und Verfügbarkeit als Basis für künftige Aktoren definiert
- Kanallängen von 10 bis 20 mm, sowie Kanalweiten von 0.1 bis 0.2 mm führen bei Spannungen von ca. 400 V zu gewünschten Sperrdrücken > 1Bar
- Der Einsatz von Wechselspannungen (50 bis 100 Hz) verhindert Elektrophoreseeffekte bei gleichzeitiger Sicherung der Funktion
- Chemisch / physikalische Reaktionen und Materialabtrag werden durch die Verwendung von Edelstahl und PMMA verhindert

Eine Testanordnung ermöglichte die meßtechnische Bestimmung des Steuerverhaltens der ERF und die Testung verschiedener Schaltungsvarianten zur Fluidansteuerung.

Bei Ansteuerung eines in Länge und Weite variablen Kanals mit einer rechteckeckförmigen Wechselspannung konnte für unterschiedliche Spannungswerte der Fluidfluß und damit die Viskosität der ERF festgestellt werden. Die Messungen zeigten einen nichtlinearen Zusammenhang zwischen Fluidfluß und Ansteuerspannung aus dem ein gewünschter Arbeitspunkt, mit entsprechend schaltbaren Druckdifferenzen ermittelt wurde.

In Auswertung der Messungen entstand eine diskrete Ansteuerung für ein Demonstratormodul, dessen Ventilmatrix aus einer Edelstahlelektrodenanordnung in Plastverguß hergestellt wurde (s. Abb.2).

Abb. 2: Ventilmatrix des Demonstrators

Abb. 3 zeigt den vollständigen Demonstrator, dessen Ventilelektronik über ein Rechnerprogramm angesteuert wird, um die senkrechte Bewegung eines Stiftes zu erreichen, wie er beispielsweise in Brailledisplays verwendet wird.

Untersuchungen zur Realisierung fluidischer Aktorarrays

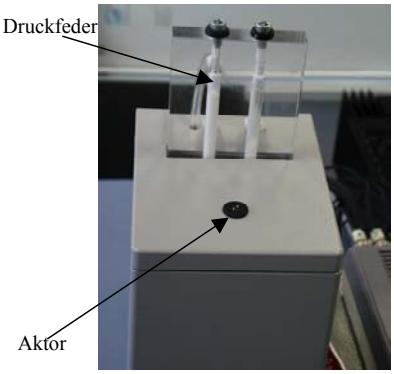


Abb. 3: Demonstrator (Einzelmodul einer Braillezeile)

Weitere Vorhaben

- Einreichung des Verbundprojektes zur Schaffung eines Brailledisplays beim BMBF.
- Weiterarbeit am Anwendungskatalog für fluidische Aktoren, Aktorarrays und elektroviskose Fluide.

Ansprechpartner:
DI Knut Hübner
Tel.: +49 (3677) 678317
e-mail:
knut.huebner@imms.de

Dr. Peter Kornetzky
Tel.: +49 (3677) 678316
email:
peter.kornetzky@imms.de

Im Rahmen des vom BMBF geförderten MEDEA - Programms (Microelectronic Development for European Applications) wird in Zusammenarbeit mit der Siemens AG das Projekt "Integration von nichtflüchtigen Speichern und Analogfunktionen in den Logik CMOS Prozeß" (INSAF) bearbeitet.
Zur HF - Charakterisierung von MOS - Transistoren wurde ein Testfeld unter Verwendung von Siemens - Bibliotheken mit CADENCE entworfen. Es gestattet die Messung von unterschiedlich dimensionierten P - und N - Kanal - MOS - Transistoren. Die Herstellung erfolgte mit einer 0.35µm - Technologie bei Siemens in München.
Das Testfeld wurde für die Antastung mit ACP 50 - Probes vom Typ GSG 100 entworfen. Neben den eigentlichen Transistoren enthält das Testfeld OPEN - und SHORT - Strukturen und gestattet so die Charakterisierung der Bauelemente ohne parasitäre Einflüsse von Bondpads und Zuleitungen (Deembedding).
Die HF - Messungen wurden mit dem am IMMS verfügbaren Meßsystem HP 85122 durchgeführt, mit welchem die DC - und HF - Charakterisierung von Bauelementen bis 50 GHz on wafer möglich ist. Neben dem HF - Verhalten kann darüber hinaus mit einem elektronisch gesteuerten Tunersystem das Rauschverhalten (minimale Rauschzahl F_{min}, Rauschwiderstand R_n, Betrag und Phase des optimalen Quellreflexionsfaktors Γ_{opt}) im Frequenzbereich von 300 MHz bis 26 GHz ermittelt werden.
Die Messungen dieser MOS - Transistoren zeigen für Gatelängen von 0.35 µm Transitfrequenzen f_T von 22 GHz (N - Kanal, s. Abb. 1) bzw. 11 GHz (P - Kanal) und eine minimale Rauschzahl F_{min} von 3.5 dB/3GHz (N - Kanal, s. Abb. 2) bzw. 5 dB/3GHz (P - Kanal).

In einem Re - Design mit veränderten Gate - Dimensionierungen und anderen Gestaltungen der Gatezuführungen sollen die HF - Eigenschaften optimiert werden.
Wenn auch die HF - Eigenschaften dieser MOS - Transistoren nicht an die von GaAs - MESFETs oder Si/SiGe - HBTs heranreichen, so ist

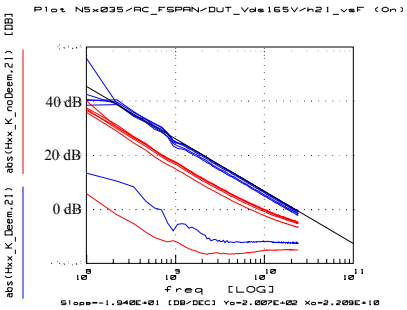


Abb 1: $h_{21}(f)$

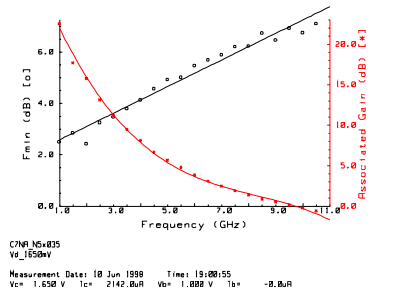


Abb 2: $F_{min}(f)$

dennoch absehbar, daß sie in Anwendungen bis 5 GHz erfolgreich eingesetzt werden können. Durch den niedrigeren Preis und die problemlose Integrationsfähigkeit sind sie deshalb besonders für Massenanwendungen interessant.

Weiter Vorhaben

Das am IMMS verfügbare HF - Meßsystem HP 85122 wurde durch ein zusätzliches Tunersystem von ATN für den Frequenzbereich 0.3 GHz ... 6 GHz erweitert. Für viele Anwender ist gerade der Frequenzbereich unter 2 GHz für die Rauschcharakterisierungen ihrer Bauelemente von besonderem Interesse. Somit ist es jetzt möglich am IMMS Rauschmessungen im Frequenzbereich von 0.3 ... 26 GHz durchzuführen.

Durch die Beschaffung eines koaxialen Kalkits und hochflexibler Testportkabel (beides mit 2.92/K - Adapter von Rosenberger HF - Technik) sind jetzt koaxiale Messungen bis 40 GHz möglich. Dies ermöglicht die Charakterisierung kompletter Funktionseinheiten.
Durch den Einsatz eines schwingungsgedämpften Tisches konnte weiterhin die Meßsicherheit bei on wafer - Messungen verbessert werden. Dies erhöht die Reproduzierbarkeit der Messungen und vermindert Störeinflüsse durch Erschütterungen.
Netzausfälle und Störungen über die Stromversorgung werden durch eine im Geräterack integrierte USV weitgehend abgefangen. Langzeitmessungen, wie sie besonders bei Rauschcharakterisierungen an vielen Arbeitspunkten und bei hoher Frequenzauflösung auftreten, können so mit hoher Sicherheit durchgeführt werden.

Abb. 3: HF Meßplatz mit montierten ATN - Tunersystem

Für Messungen und Parameterextraktionen steht das Programm IC - CAP in der aktuellen Version 5.02 zur Verfügung.

Ansprechpartner:
Dr. - Ing. Uwe Baumann
Tel.: +49 (3677) 678317
e-mail:
uwe.baumann@imms.de

Jahresbericht 1998
HF - Schaltungstechnik

Im Rahmen der Arbeiten auf dem HF-Gebiet wurde das Förderprojekt "Designmethodik für Low Power Kommunikationsmodule in fortgeschrittenen IC Technologien" durchgeführt, welches durch das Thüringer Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kultur seit dem 01.03.98 gefördert wird.
Über die Laufzeit von 3 Jahren entsteht in diesem Projekt integrierbarer Empfänger für Applikationen im 868 MHz Band. Von besonderem Interesse sind dabei Keyless Entry Systeme oder die drahtlose Anbindung von Peripheriegeräten (Sensoren, Bedienterminals) an Hausbussysteme (LON).
Im bisherigen Projektverlauf wurde auf der Grundlage der Spezifikation und den Randbedingungen des Frequenzbandes sowie unter Beachtung der Integrationsmöglichkeiten ein geeignetes Empfängerkonzept entworfen. Umgesetzt wird ein Doppelsuperhet Empfänger (Abb. 1), der sich durch folgende Features auszeichnet:

- Geringe Leistungsaufnahme (U = 2.7 ... 5,5 V, I < 20 mA)
- Hoher Dynamikbereich (P_{in} = -105 ... -10 dBm)
- Kleine Anzahl externer Komponenten
- Generierung der LO-Signale (1. ZF und 2. ZF) aus einer Quarzfrequenz
- Applikationsabhängiger Betrieb als Doppel- oder Einfachsuperhet
- Abgleichfreier PLL-FSK-Demodulator für umschaltbare Datenraten

Die aus dem Empfängerkonzept resultierenden einzelnen Baublöcke werden gegenwärtig entworfen. Die technologische Grundlage ist ein 0,8-µm-BiCMOS Prozeß der AMS Gruppe, der sich durch eine Transitfrequenz von 12 GHz für die Bipolartransistoren und gute Rauscheigenschaften auszeichnet. In einem Vorprojekt wurde dies anhand von HF- und Rauschmessungen nachgewiesen.

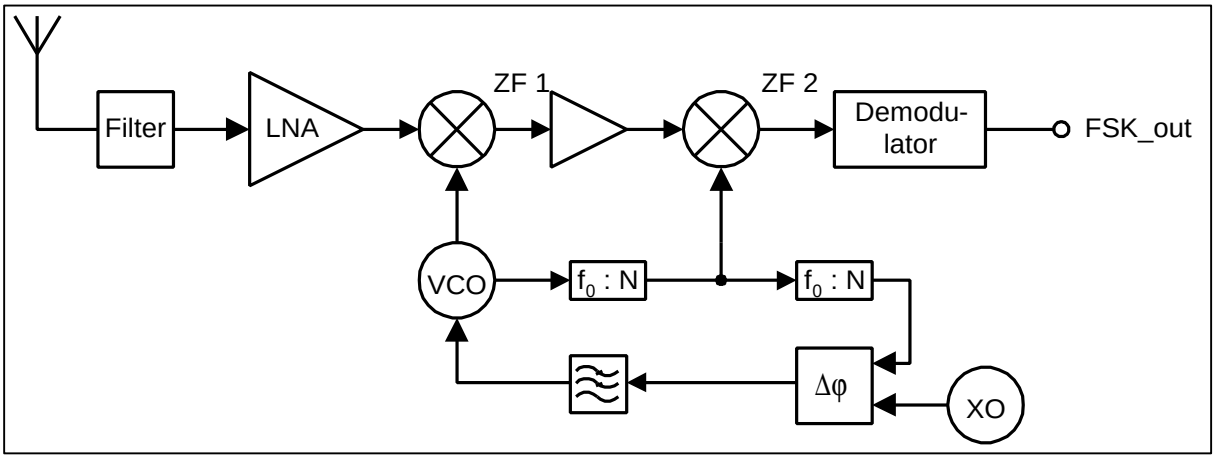


Abb. 1: Blockschaltbild des Empängers

Für den Empfängerentwurf stehen seit diesem Jahr zwei leistungsfähige Softwarepakete zur Verfügung. Insbesondere für Simulationen auf sehr hohem Abstraktionsniveau (Verhaltensmodelle) eignet sich das Advanced Design System (ADS) von Hewlett Packard. Es gestattet außerdem eine effiziente Analyse von Schaltungen auf Transistorniveau oder eine gemischte Simulation mit beiden Modellarten. Somit können Einflüsse von realen nichtidealen Schaltungskomponenten auf die Performance des Gesamtempfängers schon sehr frühzeitig analysiert werden. Eine Schaltungssimulation auf Transistorebene ist mit dem Design Framework II von CADENCE möglich. Insbesondere für die HF-Simulationen steht der Schaltungssimu-

lator RF-Spectre zur Verfügung. Im Unterschied zum ADS von HP erfolgt unter CADENCE die vollständige Layout-Generierung und -Verifizierung.
Ein mit RF-Spectre entworfener Low Noise Amplifier (LNA) befindet sich derzeit als Teststruktur in Präparation (Abb. 2). Die während der meßtechnischen Charakterisierung des Verstärkers gesammelten Erkenntnisse über die Genauigkeit und Zuverlässigkeit der verwendeten Analysemethoden und -Werkzeuge werden direkt in die weiteren Designaufgaben einfließen und bilden einen wichtigen Bestandteil zum Erreichen des im Projekt formulierten Ziels einer effizienten HF-Designmethodik.

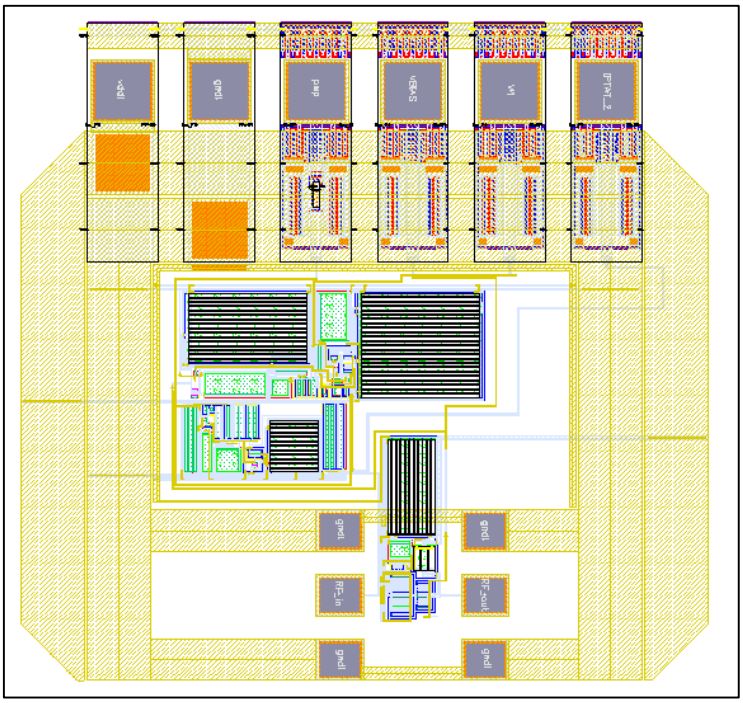


Abb.2 : Layout des LNA mit zugehöriger Biaszelle

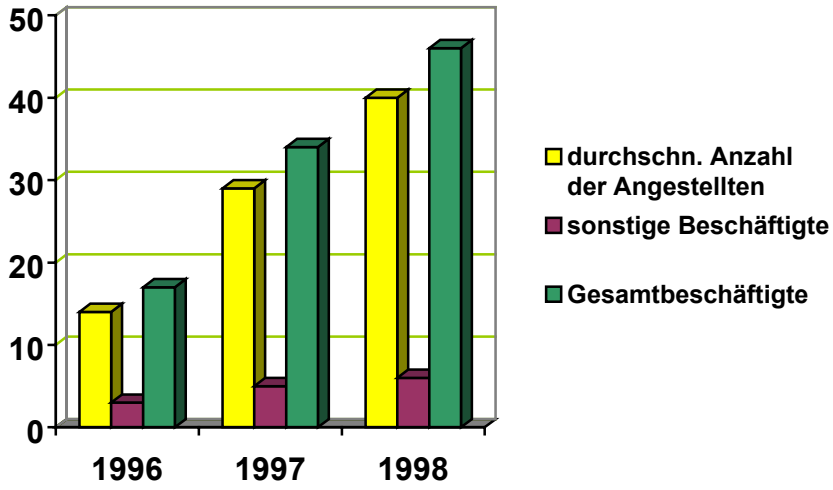
Zu diesem Zweck wurde die dem IMMS zur Verfügung stehende HF-Meßtechnik im Rahmen dieses Projektes erweitert. So wurde ein zusätzliches Tunersystem installiert, das Rauschmessungen im Frequenzbereich von 300MHz bis 6 GHz ermöglicht. Damit können alle entworfenen Baugruppen sowohl onchip, in einer Test Fixture oder koaxialen Umgebung charakterisiert werden.

Veröffentlichungen:

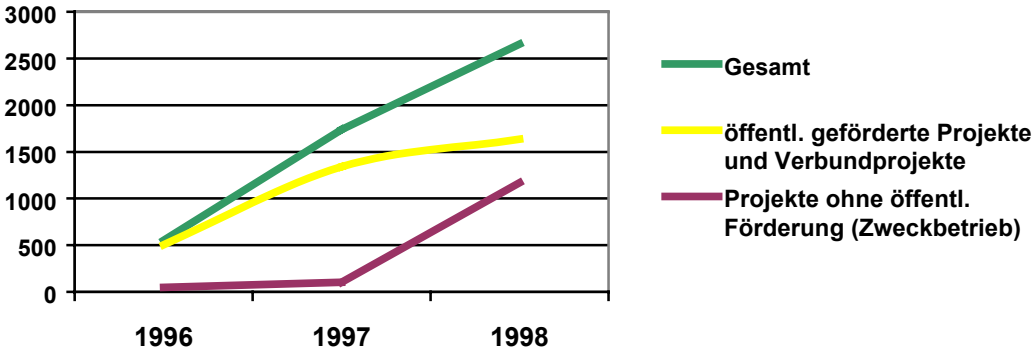
- Matthias Lange, "Übersicht zu integrierten analogen- und HF-Schaltungsentwurf im IMMS", F&E-Report 02.1998
- P. Gregorius; J. Peter; T. Ramsch; Prof. H.J. Jentschel; M. Lange; "HF Design Flow", Bericht zu BMBF Projekt "HF Front End"
- F. Rößler; Matthias Lange "Arbeiten der Außenstelle Erfurt zu den strategischen Forschungsvorhaben von Industrieunternehmen auf dem Gebiet der mixed signal Schaltungen", Vortrag zum Beratung des Wissenschaftlichen Beirats, 02.10.98, Foliensatz
- J. Peter; M. Lange, "Integrierte HF Schaltungen", Systeme 11/98
- Björn Bieske. A.Laute, P.Schley: "Rauschmessungen an modernen HF-Bauelementen bis 26 GHz", 43. IWK 21.-24.9.98, Band 3, S.398-403

Das Institut in Zahlen

- **Personal**



- **Einnahmen aus Projekten in TDM**



- **öffentlich geförderte Projekte (1998):** 8 Projekte mit ∅ Projektvolumen von 200 TDM
- **Projekte ohne öffentliche Förderung (1998):** 15 Projekte mit ∅ Projektvolumen von 78 TDM

- **Betriebsausgaben und Investitionen in TDM**

	1996	1997	1998
Personalaufwand	600	2.200	3.000
Sachaufwand	300	1.300	1.400
Investitionsaufwand	1.400	400	700
Gesamtaufwand	**2.300**	**3.900**	**5.100**

- **Patentanmeldungen:** 1 (Bereich Meßtechnik)

IMMS: AN - Institut der TU Ilmenau

Zwischen der IMMS gGmbH und der Technischen Universität Ilmenau wurde ein Kooperationsvertrag über die Zusammenarbeit in Forschung und Lehre unter Berücksichtigung der verschiedenen Aufgaben und Rechtsformen im Geiste eines fruchtbaren Miteinanders abgeschlossen.
Der Senat der TU Ilmenau hat in seiner Sitzung am 02. Juli 1996 dem Antrag des IMMS zugestimmt, ihm den Status „Institut an der TU Ilmenau“ (AN-Institut) zu verleihen.
Die enge Kooperation beider Partner hat sich bereits für den Aufbau und die Inbetriebnahme des Instituts als sehr nützlich erwiesen.
Sie ist langfristig angelegt, um die hier den Partnern verfügbaren Personal- und Sachmittel in den Bereichen Forschung, Aus- und Weiterbildung sowie der Lehre in bestmöglicher Weise zu nutzen und zugleich den Wissenschaftsstandort Ilmenau zu stärken.
Zur Zusammenarbeit gehören auch gemeinsame Berufungen, die Erteilung von Lehraufträgen, Gastvorlesungen, gemeinsame wissenschaftliche Veranstaltungen und die Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses. Bereits im Jahre 1996 ist eine enge Kooperation von Wissenschaftlern beider Einrichtungen sowie kleiner und mittlerer Unternehmen Thüringens entstanden, die sich in Ergebnissen zahlreicher Verbundprojekte ausdrückt.
Ebenso sind im IMMS Hilfsassistenten, Praktikanten, Diplomanden und Doktoranden der TU Ilmenau tätig und nutzen die hier zur Verfügung stehenden Mittel und Möglichkeiten in Form von Arbeits- und Laborplätzen sowie Stipendien für Forschungs- und Entwicklungstätigkeiten im vorwettbewerblichen Bereich.
Der Wunsch nach einer engen Kooperation des IMMS mit der TU Ilmenau kommt auch darin zum Ausdruck, daß der wissenschaftliche Geschäftsführer nach einem gemeinsamen Berufungsverfahren gleichzeitig eine C4-Professur an der TU Ilmenau bekleidet.

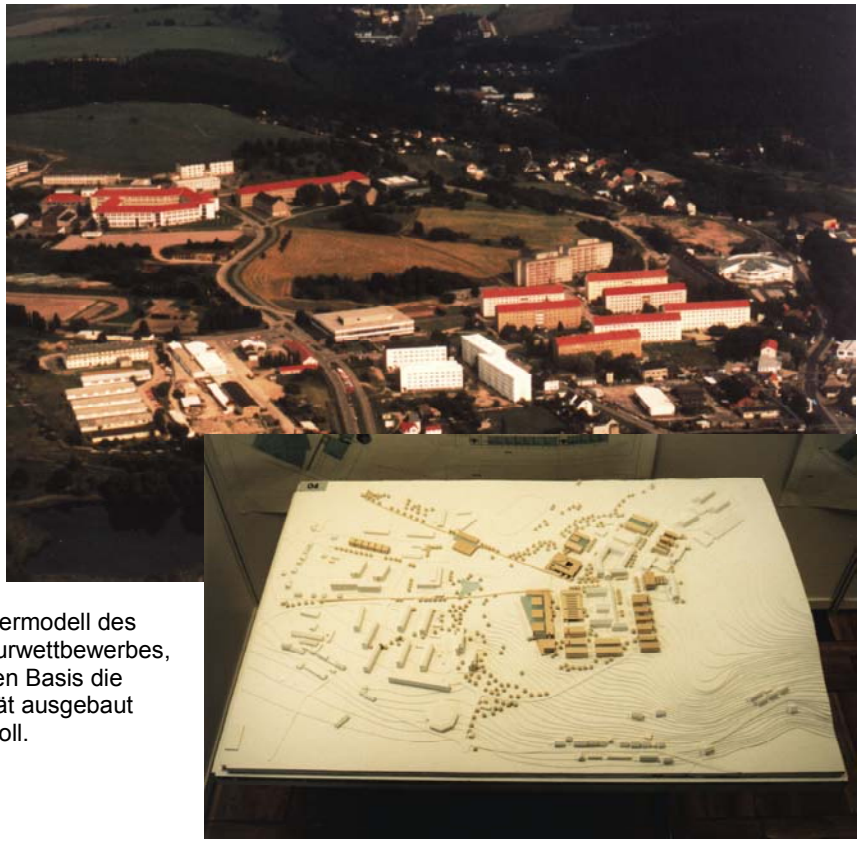


Abb 1: Das Siegermodell des Architekturwettbewerbes, auf dessen Basis die Universität ausgebaut werden soll.

Vorträge und Veröffentlichungen

- Rößler, F. : „**Spezifische Probleme der KMU in der Forschungskooperation“** ITG/GI/GMM Ausschuß (Förderung zwischen Industrie und Hochschulen), 23.01.1998
- Scarbata, G.: **„Forschungs- und Entwicklungsprogramm des IMMS“** *(Vortrag),* IMMS F&E Report 1/98, Ilmenau, 10.02.1998
- Lange, M.: **„Übersicht zum Stand des HF-Entwurfs“** *(Vortrag),* IMMS F&E Report 1/98, Ilmenau, 10.02.1998
- Schäffel, Chr.; Saffert, E.; Kallenbach E.: **„Genauer, schneller, dynamischer, kompakter – Mechatronik liefert neue Lösungen für die Produktion“**, Zeitschrift Forschung, Mitteilungen der DFG 3/98
- Kampe, J.; Wisser, Ch.; Scarbata, G.: **„Module Generators for a Regular Analog Layout“**, *(Vortrag)*, 1998 Open Project Workshop on System Design Automation, Dresden, 30-31.03.1998
- Böttcher, R.; Scarbata, G.: **„Systematic System and Layout Design of a Chaos Generator for Information Encryption“**, *(Vortrag)*, 1998 Open Project Workshop on System Design Automation, Dresden, 30-31.03.1998
- Michael, S; Scheinert, G.; Uhlmann,, H.: **„Semianalytic Modelling of a Magnetic Levitated Disk with nonuniform Polarization“** *(Vortrag),* Kongreß Santa Clara, 06.04.1998
- Senf, F.: **„IEEE 1394 - High Performance Serial Bus, Grundlagen und Anwendungen“,** *(Vortrag),* IMMS F & E Report 2/98, Ilmenau, 21.04.1998
- Otto, M.: **„USB - der neue PC - Peripheriebus, Grundlagen und Anwendungen“,** *(Vortrag),* IMMS F & E Report 2/98, Ilmenau, 21.04.1998
- Carl, M.; Eichhorn, M.; König, K.; Räumschüssel, E.: **„Verbesserung der Dynamik von Schrittmotorantrieben durch nichtlineare Regelung“**, *(Vortrag)*, 2. Deutsch-polnischer Workshop, Ilmenau, 14.05.1998
- Saffert, E.; Schäffel, C.; Kallenbach, E.: **„Werkzeuge der Mechatronik“**, *(Vortrag)*, 2. Deutsch-polnischer Workshop, Ilmenau, 14.05.1998
- Zahn, Th.: **„Von der Natur lernen - Information in Natur und Technik“**, *(Poster)*, Göttingen, 13-14.05.1998
- Schäffel, C.; Saffert, E.: **„High - Speed Präzisionsantriebe für die Mikrosystemtechnik“**, *(Vortrag)*, MTT Technologoie-Symposium, Erfurt, 18.05.1998
- Saffert, E.; Schäffel, C.; Kallenbach, E.: **„Planar Multi-Coordinate Drives“**, PCIM, Nürnberg, 26.05.1998
- Bormann, S.: **„Eigenschaften und PSPCICE Modellierung von Lithium - Ionenbatterien für Hochstromanwendungen“** *(Vortrag),* IMMS F&E Report 3/98, Ilmenau, 16.06.1998
- Kornetzky, P.: **„Messungen an elektrorheologischen Flüssigkeiten für die Dimensionierung von fluidischen Aktorarrays“** *(Vortrag),* IMMS F&E Report 3/98, Ilmenau, 16.06.1998
- Baumann, U.: **„RF and noise measurements of short-channel MOS-Transistors“**, MEDEA-Workshop „Charakterization and Modelling of CMOS for RF Applications“,

  Agrate/Italien, 24.06.1998
- Kube, H.; Zöppig, V.; Hermann, R.; A. Hoffmann; Kallenbach, E.: **„Electromagnetic miniactuators and microactuators using thin magnetic layers. Smart Materials and Structures“,** Proceedings of the 4th European and 2nd MIMR Conference, Harrogate, UK, 6-8 July 1998
- Rößler, F. : **„Die Anpassung der Infrastruktur Erfurt-Südost an die Herausforderungen der Zukunft**“, internes Thüringer Material für Ausschußmitglieder der IZESO - Arbeitsgruppe, 15.07.1998
- Kube, H.; Saffert, E.; A. Hoffmann; Kallenbach, E.: **„Electrodynamic Linear Drive with Integrated Magnetic Bearing using thin Magnetic Layers“,** MOVIC ´98, Fourth International Conference on Motion and Vibration Control, August 25-28, 1998, ETH Zurich, Switzerland
- Heise, M.; Pleß, H.:

„Optischer Sensor und Verstärker in BiCMOS“, Design & Elektronik, 9/98

- Michael, S; Scheinert, G.; Uhlmann, H.: **„Damping of a Passive Magnetic Bearing - Modeling and Simulation“** , 43. IWK an der TU Ilmenau, Ilmenau, 21.-23.09.1998

- Baumann, U.; Dahl, C.: „**Das HF- und Rauschverhalten von Kurzkanal - MOS – Transistoren“**, 43. IWK an der TU Ilmenau, Ilmenau, 21.-23.09.1998

- Otto, M.: **„Entwurfsstrategien für einen USB - Hub“**, 43. IWK an der TU Ilmenau, Ilmenau, 21.-23.09.1998

- Senf, F.: **„IEEE 1394 - Serieller Hochgeschwindigkeitsbus zur Übertragung von Audio- und Videodaten“,** 43. IWK an der TU Ilmenau,

  Ilmenau, 21.-23.09.1998

- Kattanek, W.: **„New Trends in the Spezification of Automotiv Embedded Systems“,** 43. IWK an der TU Ilmenau, Ilmenau, 21.-23.09.1998

- Heise, M; Kuniß, U.; Pleß, H.: **„Integrierte optische Sensoren und Systeme in CMOS - und BiCMOS - Technologien “,** 43. IWK an der TU Ilmenau, 21.-23.09.1998

- Hildebrandt, G.**:** **„Schnittstellenkonverter USB - IEEE 488 “**, 43. IWK an der TU Ilmenau, 21.-23.09.1998

- Michael, S; Scheinert, G.; Uhlmann, H.: **„Semianalytic Modelling of a Magnetic Leviated Disk with nonuniform Polarization“**, 43. IWK an der TU Ilmenau, Ilmenau, 21.-23.09.1998

- Heiber, U.: **„Entwurf und Auswertung von Testchips für die Bewertung eines BiCMOS - Prozesses “**, 43. IWK an der TU Ilmenau, Ilmenau, 21.-23.09.1998

- Bieske, B.; Laute, A.; Schley, D.: **„Rauschmessungen an modernen HF-Bauelementen bis 26 GHz“**, 43. IWK an der TU Ilmenau, Ilmenau, 21.-23.09.1998

- Fleischmann, G.; Oberländer, R.; Ofner, E; Pahnke, K.; Rößler, F.: **„Vorteilhafte Anwendung von DSP - Cores und D/A - D/A - Umsetzern zur Realisierung von Mixed - Signal - ASICs“**, Systeme, 10/98

- Rettig, K.:

  „Temperaturfeldberechnungen in der Mikromechanik“, 16. CAD-FEM User Meeting, Bad Neuenahr-Ahrweiler, 07.-10.10.1998

- Baumann, U.: **„Der Entwurf und die Auswertung eines Testfeldes zur HF - Charakterisierung“**, *(Vortrag),* IMMS F & E Report 4/98, Ilmenau, 13.10.1998

- Nuernbergk, D.:

  „Die Untersuchung einfacher SOI - Schaltungen bei hohen Temperaturen“, *(Vortrag),* IMMS F & E Report 4/98, Ilmenau, 13.10.1998

- Gregorius, P.; Peter, J.; Ramsch, T.; Prof. Jentschel, H.J.; Lange, M.: **"HF Design Flow"**, Bericht zu BMBF Projekt "HF Front End" 11/98

- Heise, M.; Hofacker, K.-O.; Nuernbergk, D.; Pleß, H.; Rößler, F.: **„Wege zum optoelektronischen PC"**, F&M, 11/98

- Heise, M.; Sommer, D.: **„Vollintegriertes intelligentes Schalter - Sicherungs - Element für den Einsatz in USB - Applikationen“**, Systeme, 11/98

- Hildebrandt, G.; Otto, M.; Pahnke, K.: **„Flexibler Messen mit USB“**, elektronik, 23/98

Mitgliedschaften in Verbänden, Fachgruppen etc.

- **GMM, GI, ITG Fachgruppe:**

„Entwurf des Layouts von Schaltungen“
Dr.. K. Pahnke - Mitglied des Leitungsgremiums

- **GMM, GI, ITG Fachgruppe:**

„Rechnergestützter Schaltung- und Systementwurf (RSS)“
Prof. F. Rößler - Mitglied des Leitungsgremiums

- **GMM, GI, ITG Fachgruppe:**

„Hardwarebeschreibungssprachen und Modellierungsparadigmen“
Dr. K. Pahnke - Mitglied der Arbeitsgruppe

- **TCM (Technologiecluster Mikrosystemtechnik / Mikrosensorik Thüringen**
  Prof. F. Rößler

- **VDI Expertenpool des Thüringer Bezirksvereines e. V.**
  Prof. F. Rößler

- **SSE - Koordinierungsgruppe**
  Prof. F. Rößler

- **BVMT (Bundesverband des Mittelstandes für Verkehrstelematik)**
  Prof. F. Rößler

- **ITG - Arbeitskreis "Zusammenarbeit Industrie und Hochschulen**
  Prof. F. Rößler

- **VDE / VDI Fachgesellschaften ITG und GMM**
  Prof. F. Rößler

- **TZAI (Thüringer Zentrum für angewandte Informatik e.V.):**
  Dipl.-Ing. K. Pahnke - Mitglied des Vorstandes

- **USB – Implementers Forum**

- **VDE / VDI - Arbeitskreis Mikrotechnik**
  Dr. F. Spiller

- **GMM – Beirat:**
  Prof. Dr. G. Scarbata - Arbeitsgruppe 1.5 Transfer

- **ITG Fachgruppe:**
  „CAE für den Analogschaltungsentwurf“
  Prof. Dr. G. Scarbata

- **TZM Erfurt**
  Prof. Dr. G. Scarbata – Mitglied des Vorstandes

- **Industriezentrum Erfurt Südost e.V.**

- **Frauenhofer Gesellschaft / IOF Jena**
  Prof. Dr. G. Scarbata – Mitglied des Kuratoriums

- **DFAM**
  Prof. Dr. G. Scarbata

- **DFAM - Beirat und Planungsgruppe**
  Prof. F. Rößler

- **EUROPRACTICE**

- **American Society for Precision Engineering**
  Dr. Ch. Schäffel

- **American Chamber of Commerce**

- **DFN**

- **Gesellschaft zur Förderung neuer Technologien Thüringen e.V.**

Veranstaltungen / Seminare

- **„Workshop IEEE 1394“**, Fa. Porsche 30.03.1998
- **„USB - Intro mit der Fa. Hitex“**, Hitex Karlsruhe, 25.05.1998
- **„USB - Intro mit der Fa. Hitex“**, Hitex München, 26.05.1998
- **„USB - Intro mit der Fa. Hitex“**, TZM Erfurt, 27.05.1998

- **„USB - Intro mit der Fa. Hitex“**, SICAN Hannover, 28.05.1998
- „**USB - Workshop**“, FA. Microconsult München, 14.-16.07.1998
- **„USB - Workshop“**, Fa. ORGA, 27.7.-29.07.1998
- **„Workshop USB - Treiber“**, Fa. Dräger, 28.07.1998
- **„USB - Workshop“**, Fa. Siemens Bocholt, 18.11.-19.11.1998
- **„USB - Intro“**, Hitex Karlsruhe, 07.10.1998
- **„USB – Intro“**, Hitex Köln, 08.10.1998
- **„USB - Workshop**“, Hitex Karlsruhe, 20.-22.10.1998